

水質・水温の リスク管理及びモニタリング

令和4年7月

東海旅客鉄道株式会社

目次

1. 水質・水温の管理.....	1
(1) トンネル湧水等の水質・水温.....	1
1) 水質管理.....	1
2) 水温管理.....	5
(2) 発生土置き場の水質.....	7
1) 発生土置き場の計画.....	7
2) 発生土置き場（通常土）における水質管理.....	7
3) 発生土置き場（遮水型）における水質管理.....	8
2. 水質・水温に関するリスク管理.....	10
(1) トンネル湧水等.....	10
(2) 発生土置き場.....	14
3. モニタリング.....	17
(1) トンネル.....	17
1) トンネル湧水等のモニタリング.....	17
2) 放流先河川におけるモニタリング.....	18
(2) 発生土置き場.....	20
1) 発生土置き場（通常土）からの排水放流先河川でのモニタリング.....	20
2) 発生土置き場（遮水型）からの排水放流先河川でのモニタリング.....	21
(3) 流域市町、利水者の意見の反映について.....	23

1. 水質・水温の管理

(1) トンネル湧水等の水質・水温

- ・トンネル湧水は導水路トンネルとポンプアップにより、河川へ流すこととしています。これに対し、地域の方々からは、トンネル湧水（清水）やトンネル掘削工事で発生する濁水（以下、合わせて「トンネル湧水等」という。）を河川へ流すことにより、河川の水質や水温が変化し、水資源利用に影響が及ぶのではないかとのご懸念の声を頂いています。
- ・トンネル湧水等の水質や水温については、国の有識者会議等でこれまでご説明したとおり、基本的に河川放流前の管理を徹底して進めていきます。

1) 水質管理

① 工事中の対応

ア. 清水と濁水の分離

- ・トンネル掘削工事の中で、吹付けコンクリート施工後の区間の湧水は濁りがなくなってくることから清水として区分し、工事に伴い発生する濁水と混合しないように分離し坑口に送水します。これにより濁水として処理する量の低減を図っていきます。トンネル湧水等の清濁分離（イメージ）を図 1 に示します。

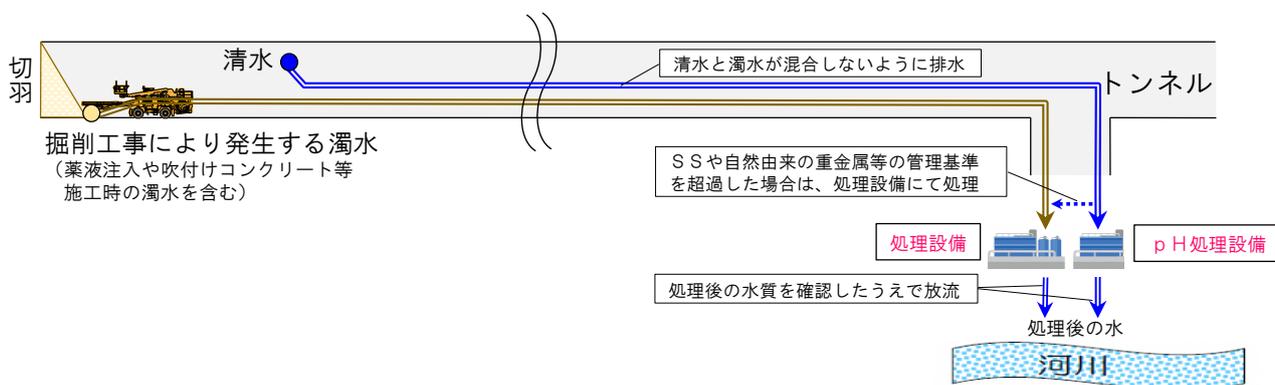


図 1 トンネル湧水等の清濁分離（イメージ）

イ. 処理設備による処理

- ・工事施工ヤードにおける水の流れを図 2 に示します。
- ・トンネル掘削工事に伴い発生する濁水は、水素イオン濃度（pH）、浮遊物質（SS）、自然由来の重金属等の処理設備を、西俣非常口、千石非常口、導水路トンネルの吐出口である榎島の各工事施工ヤードに設置し、表 1、表 2 に定め

る管理基準を満たすよう適切に処理したうえで、河川へ放流します。処理後、放流前に水質を継続的に計測する（地点 01、地点 03）ことで、管理を徹底します。

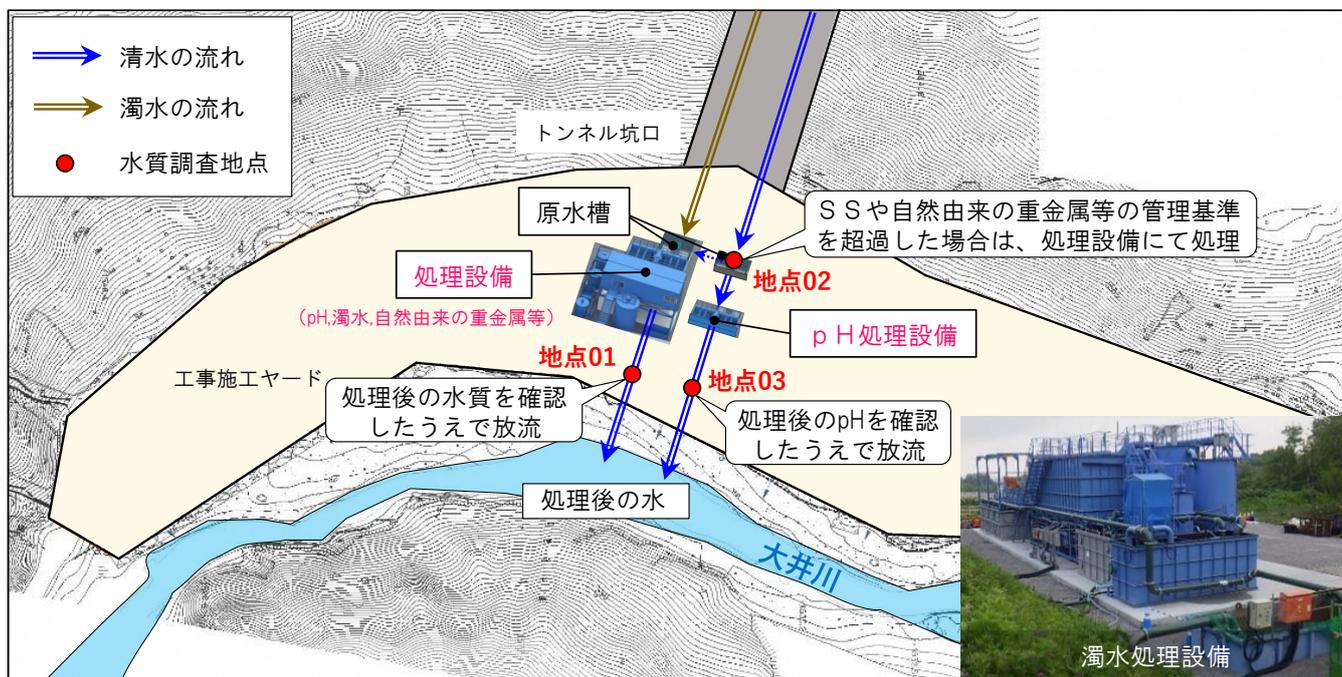


図 2 工事施工ヤードにおけるトンネル湧水等の処理の流れ（イメージ）

表 1 水質管理基準（pH、SS）

項目	管理基準
pH	6.5 以上 8.5 以下
SS	25mg/L 以下

〔 現在、大井川水域では水質汚濁防止法等に基づく排水基準としては、pH5.8 以上 8.6 以下、SS 最大 40mg/L、日間平均 30mg/L と定められていますが、今回、流域の皆様の水資源利用に影響を与えないよう、環境基準の水域類型のなかで最も厳しい A A 型の値と同等になるよう管理基準を設定しました。 〕

表 2 水質管理基準（自然由来の重金属等）

項目	管理基準	項目	管理基準
カドミウム	0.03mg/L 以下	鉛	0.1mg/L 以下
六価クロム	0.5mg/L 以下	ひ素	0.1mg/L 以下
水銀	0.005mg/L 以下	ふっ素	8mg/L 以下
セレン	0.1mg/L 以下	ほう素	10mg/L 以下

〔水質汚濁防止法等に基づく排水基準を水質管理基準として設定しました。〕

- ・ 処理設備では、水道における水処理と同様に、原水に凝集剤等を添加した後、濁りの原因となる物質を凝集沈殿させ、発生する汚泥を脱水のうえ建設汚泥として適切に処理します。また pH については炭酸ガス等を用いて中和処理を行います。
- ・ 自然由来の重金属等について過去のトンネル工事で実績のある排水処理剤による処理を考えています。これは、排水処理剤により不溶化処理（重金属等が水に溶け出すことのないような物質に変えること）等を行い、沈殿、脱水のうえ建設汚泥として、適切に処理を行うものです。処理設備については、機能を維持させるため点検・整備を確実に実施します。
- ・ また、処理を行う水量に合わせて必要な追加等を行います。必要な場合には、工事施工ヤードに設置するほか、トンネル坑内に配置します。配置例を図 3 に示します。仮にトンネル湧水が $3 \text{ m}^3/\text{秒}$ 発生し、湧水の全てが濁水とした条件では、濁水処理設備（ $300 \text{ m}^3/\text{時}$ ）は 36 基必要となりますが、全ての設備をトンネル坑内に配置することが可能です。実際には処理を行う水量に合わせて設置していきます。
- ・ 清水についても、アルカリ排水等が含まれる可能性があるため、工事施工ヤードに設置する原水槽（図 2 の地点 02）で水質調査を実施し、pH の管理基準を超過した場合には、処理設備にて処理して河川へ放流することとします。また、SS や自然由来の重金属等についても確認を行い、管理基準を超過した場合は処理設備で管理基準を満たすよう処理を行ったうえで河川に放流します。

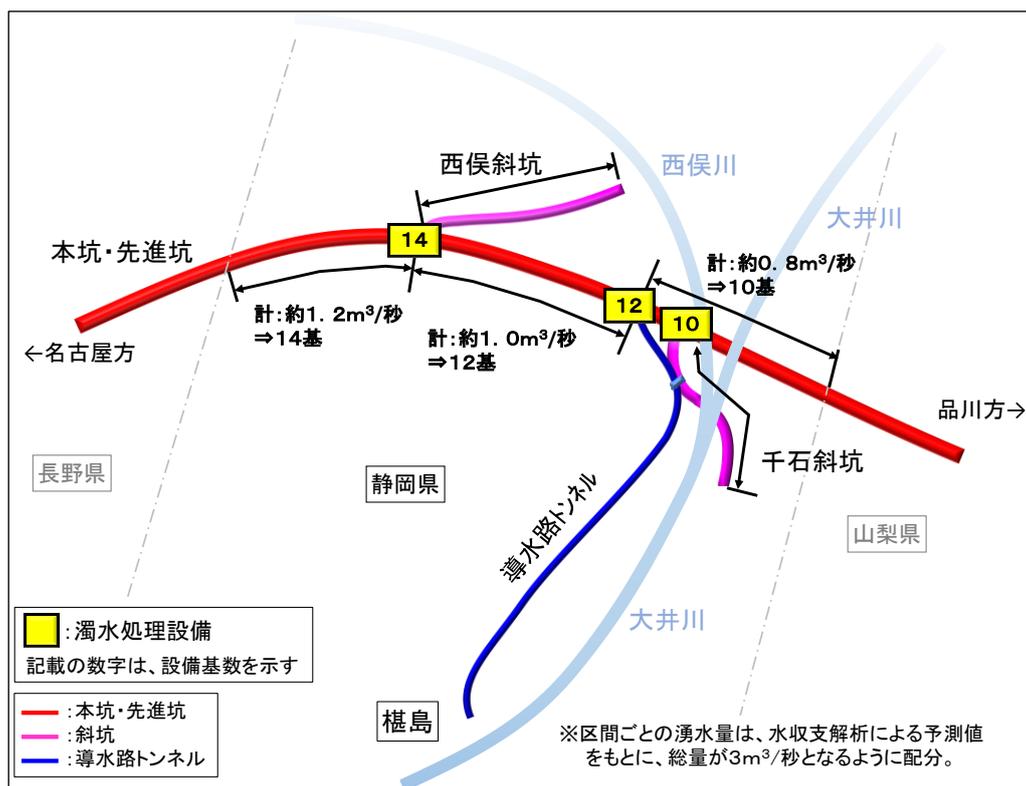
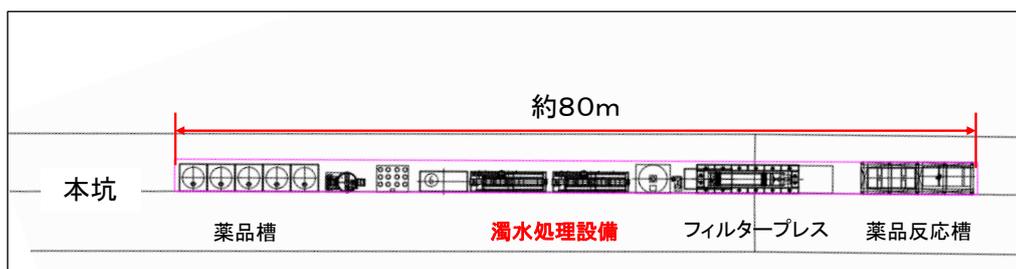


図 3 濁水処理設備の配置計画（仮に 3 m³/秒の濁水が発生した場合）

② 工事完了後の対応

- ・トンネル工事完了後も当面の間は、濁水やコンクリート構造物からのアルカリ排水が湧出することが考えられるため、トンネル湧水等の水質が定常的に基準値内の状態になるまでの間は、必要な処理設備を設置し、処理をして河川へ放流します。
- ・排出する湧水において定常的に排水基準を超過する重金属等が検出される場合は、工事中の対応と同様に排水処理剤により排水基準以下に処理して河川へ放流します。重金属等の濃度が高い区間の湧水は、別系統で集水し、処理することも方法として検討していきます。

2) 水温管理

- ・一般的に、地下水は地熱によって深度が深いところほど、水温が高いとされていることから、冬季などにおいてトンネル湧水を河川へ放流することによって、上流域の放流箇所近傍では河川水温が上昇する可能性が考えられます。
- ・一方、トンネル湧水が放流される大井川の上流域と中下流域の間には、大井川本流に複数のダムや取水堰が設置されており一定期間貯留される他、降水や支流等からの水が混入しており、現状においても上流域と中下流域では水温が異なっています（大井川上流域と中下流域におけるモニタリングの結果を図 4 に示します）。こうしたことから、トンネル湧水を含んだ大井川上流域の水の温度は、中下流域に到達するまでの間に自然状態の水温に馴らされると考えられ、中下流域の水資源利用に及ぼす影響は小さいと考えられます。
- ・しかしながら、流域の方々によりご安心頂けるように、トンネル湧水の水温や、大井川上流域から中下流域にかけての河川水の水温の状況について、工事中及び工事完了後の将来に亘り、責任を持って確認していきます。これらの計測結果については、静岡県等へ報告するとともに、公表していきます。
- ・一方、河川の水温管理については上流域の生態系に対する観点でご意見をいただいております。現在、トンネル湧水をできる限り外気に曝したうえで河川に放流することや、放流箇所を分散させるなどの対策について検討を進めています。

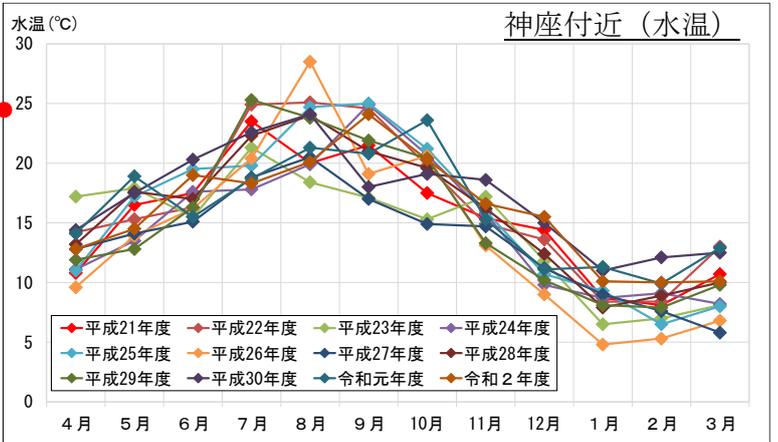
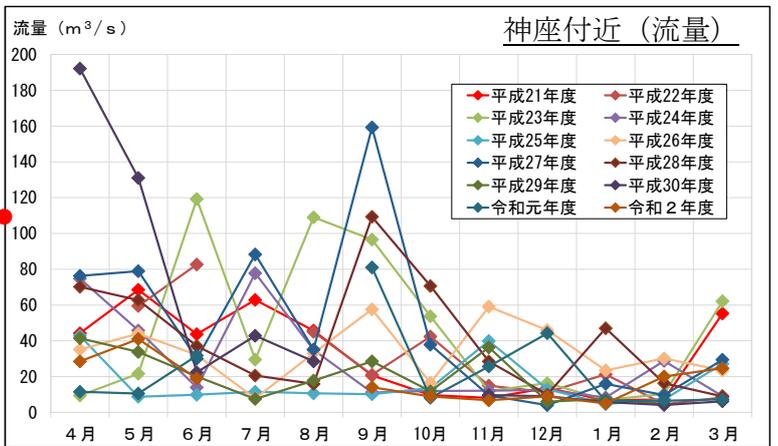
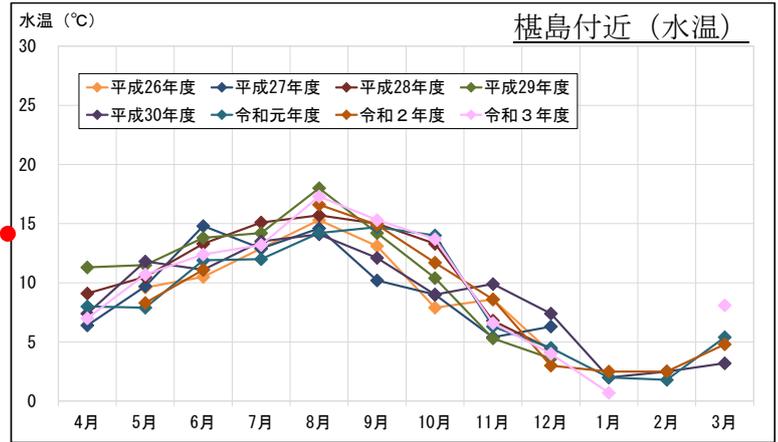
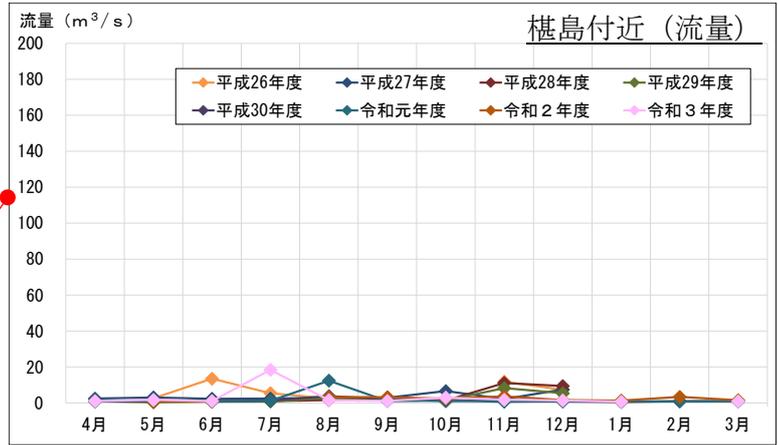


図 4 大井川上流域、下流域における流量、水温の測定結果

(2) 発生土置き場の水質

1) 発生土置き場の計画

- ・発生土置き場の計画については、「資料1 発生土置き場について（新たに検討を進めた内容の報告）」に記載のとおりです。本資料では、発生土置き場の水質管理についてご説明します。

2) 発生土置き場（通常土）における水質管理

- ・発生土置き場（通常土）については、小段毎に排水溝や集水枡を設置するほか、縦排水により雨水等が発生土に浸透する前に集め、濁水の発生自体を抑制します。
- ・また、現地盤に地下排水工を設置するとともに、小段部分に水平方向へ水を排水できるような設備を設置し、盛土内に侵入した水を集めて排除します。
- ・集めた排水は、沈砂池等（図 5）により適切に処理したうえで、河川へ放流します。沈砂池は、工事中は定期的に点検し、大雨なども考慮して浚渫などの整備を行います。
- ・河川へ放流する水については、「静岡県盛土等の規制に関する条例」（表 3）に定める物質の種類について、水質基準を満たしていることを確認のうえで放流します（図 6）。

表 3 静岡県条例に定める水質基準の例（自然由来の重金属等）

項目	管理基準	項目	管理基準
カドミウム	0.003mg/L 以下	鉛	0.01mg/L 以下
六価クロム	0.05mg/L 以下	ひ素	0.01mg/L 以下
水銀	0.0005mg/L 以下	ふっ素	0.8mg/L 以下
セレン	0.01mg/L 以下	ほう素	1.0mg/L 以下



図 5 沈砂池の例

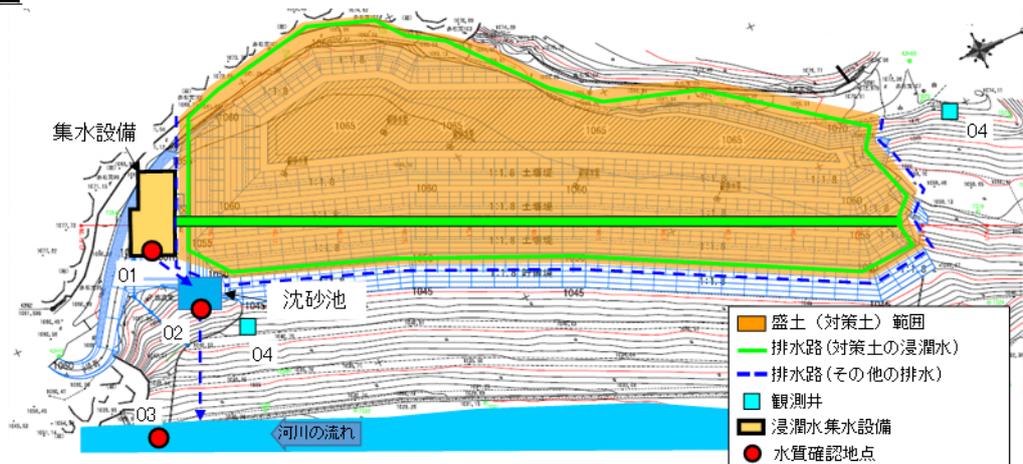


図 6 放流する水の水質の確認

3) 発生土置き場（遮水型）における水質管理

- ・発生土置き場（遮水型）から発生する雨水等の排水処理は、図 7に示します。

平面図



横断面図

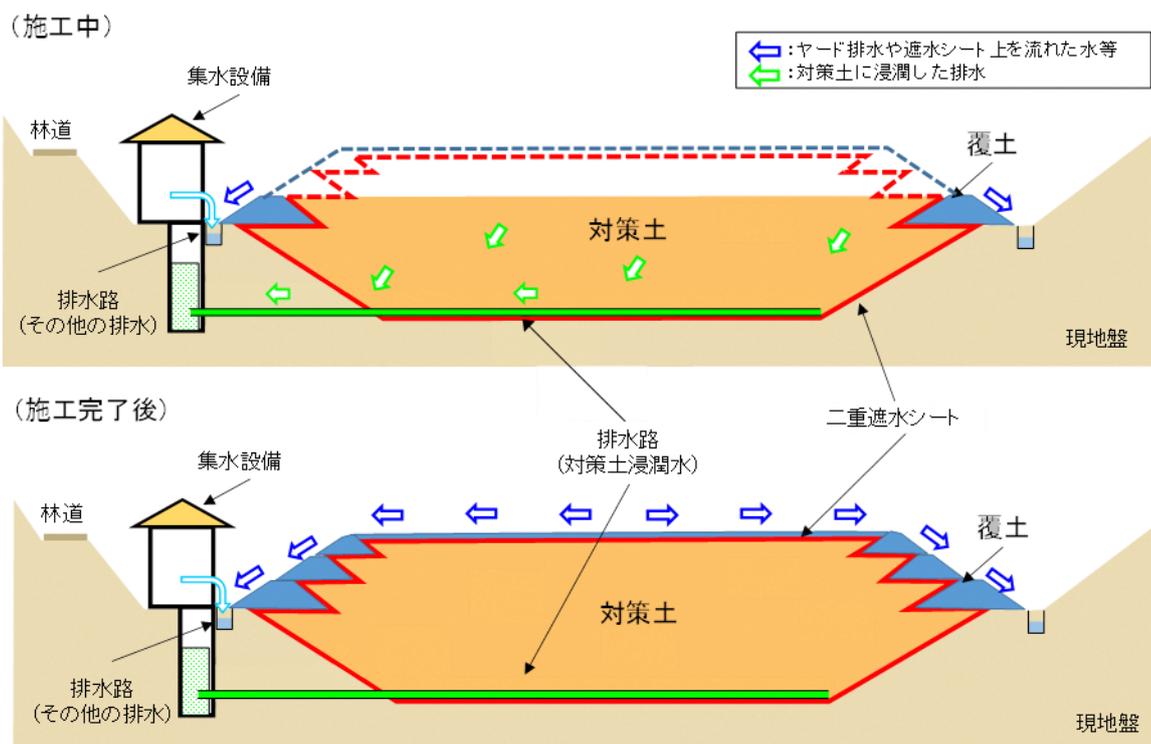


図 7 排水処理計画（イメージ）

- ・対策土中の浸潤水は、排水路を敷設し、盛土下流側へ設置する集水設備へ集水します。集水設備（図 7の地点 01）では水質調査を実施し、必要な場合は処理を行って、「静岡県盛土等の規制に関する条例」に定める物質の種類について、水質基準を満たすことを確認したうえで、河川へ放流します（図 7の緑色矢印）。
- ・遮水シートの上部等を通るその他の排水は、沈砂池等（図 7の地点 02）で適

切に処理したうえで河川へ放流します（図 7 の青色矢印）。放流後は、（図 7 の地点 03）で水質の確認を行います。

- なお、発生土置き場を挟み込む形で図 7 の地点 04 のとおり観測井を設置し、地下水に与える影響についても確認していきます。
- 搬入完了後は上面にも遮水シートを設置して対策土の封じ込めを行います。そのうえで、万が一対策土に浸潤してきた水や遮水シートの上部等を通るその他の排水について、搬入中と同様に管理を行います。
- 詳細については、重金属等の取扱いに係る専門家のご意見を伺いながら、今後設計を進めていきます。

2. 水質・水温に関するリスク管理

(1) トンネル湧水等

- ・トンネル湧水等の水質・水温管理に関するリスクとしては以下のものが考えられ、それぞれの項目に記載のとおり対応していきます。

①地質の違いにより想定を超えるトンネル湧水が発生することや、突発湧水が発生することにより、処理設備の容量を超過し、適切な処理がなされていない水が河川に流出する可能性があります。

こうしたリスクは上り勾配でトンネルを掘削中に突発湧水が発生し自然流下で河川まで達する場合に生じると考えられ、静岡工区のトンネルにおいては、

- 1) 工事用トンネルを掘削中の(千石側)坑口付近
- 2) 導水路トンネルを掘削中の(榎島側)坑口付近
- 3) 先進坑・本坑を上向きに掘削した水が導水路トンネルに流れ込み、自然流下して(榎島側)坑口に達する

の3ケースが考えられます(図8)。

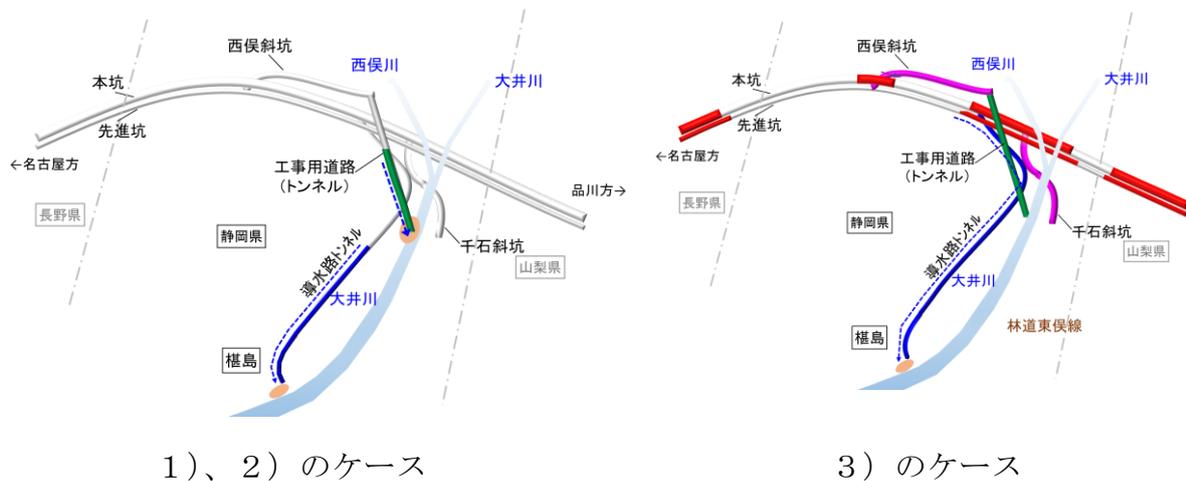


図 8 リスクに該当するケース

【リスクへの基本的な対応】

<平常時の対応> 《全てのケース》

- ・高速長尺先進ボーリングによる湧水量からトンネル湧水量を把握し、それに対応した容量の処理設備を計画します。
- ・トンネル掘削にあたっては、湧水量に応じた薬液注入等の補助工法を実施する

ことにより、トンネル湧水を低減します。

- ・計画した容量の処理設備は、工事施工ヤードおよびトンネル坑内を利用して分散して配置するとともに、予備の処理設備を各施工ヤード等に用意します（図9）。
- ・掘削中、トンネルからの湧水量を常時計測します。



※東京機材工業株式会社HPより

図 9 予備の処理設備のイメージ（仮設水槽）

<影響発生の兆候段階の対応> 《全てのケース》

- ・トンネル湧水量が処理設備の容量を超えた場合、関係者（静岡県、流域市町、利水者、山梨県、早川町等）へ速やかに連絡し、予め用意しておいた予備設備を使用します。そのうえで、設備容量の増強をただちに実施します。
- ・また、補助工法について見直し、更なる対策を実施します。

<影響発生の可能性段階の対応>

《全てのケース》

- ・トンネル湧水量が予備設備も含めた処理設備の容量を超えた場合、掘削を一時中断し、関係者（静岡県、流域市町、利水者、山梨県、早川町等）へ速やかに連絡します。トンネル湧水を予備設備やトンネル内の配管等に一時的に貯留することも検討します（図 10）。



図 10 トンネル内の一時貯留設備のイメージ

《各ケース毎の対応》

- ・1)の工事用道路トンネルでは、施工ヤードのほか千石非常口ヤードの処理設備を柔軟に運用することや宿舎ヤードの空地に処理設備を増備します。
- ・2)の導水路トンネルでは、施工ヤードのほかヤードにつながる作業通路などの空地に処理設備を増備します。
- ・3)の斜坑・先進坑を上向き掘削している場合は、トンネル内のスペースを活用して湧水の一時的な貯留を行うほか、2)と同様に導水路トンネルヤードにつながる作業用通路などの空地に処理設備を増強します。

②地震、豪雨等の大規模災害による停電によって処理設備が停止した場合、適切な処理がなされていない水が河川に流出する可能性があります。

【リスクへの基本的な対応】

- ・予め、発動発電機等の予備電源を用意しておくことで、リスクを回避します。停電が発生した場合、予備電源に切り替えることで対応します（図 11）。



※デンヨー株式会社HPより

図 1 1 予備電源（発動発電機）のイメージ

③処理設備が故障した場合、適切な処理がなされていない水が河川に流出する可能性があります。

【リスクへの基本的な対応】

- ・ 予め、予備の処理設備を用意しておくことで、リスクを回避します。故障が発生した場合、予備の設備に切り替えることで対応します。

(2) 発生土置き場

- ・発生土置き場の水質管理に関するリスクとしては以下のものが考えられ、それぞれの項目に記載のとおり対応していきます。

①地震、豪雨等により発生土置き場（遮水型を含む）の崩壊が発生した場合、河川への土砂の流入が発生し、水質に悪影響が発生する可能性があります。

【リスクへの基本的な対応】

- ・定期的に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、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（図12、図13）。



図12 盛土施工中の排水設備

(中央新幹線の他工区の例)



図13 盛土完成後の排水設備

(富士山静岡空港の例)

- ・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、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。
- ・また、発生土置き場の下流の地点で水質等の調査箇所を追加し、濁水による影響を確認します（図14）。
- ・地震、豪雨等により河川に濁りが発生した場合、図15のグラフのように、時間の経過とともに濁りは解消していきますが、他の部分における濁りが解消する中で、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や、遮水型の発生土置き場で下流の地点における自然由来の重金属等の濃度が低下しない場合には、原因となる底泥の除去等の対応方針を策定し、静岡県や利水者等にご相談のうえで底泥の除去等を実施します。



図 1 4 河川での水質測定

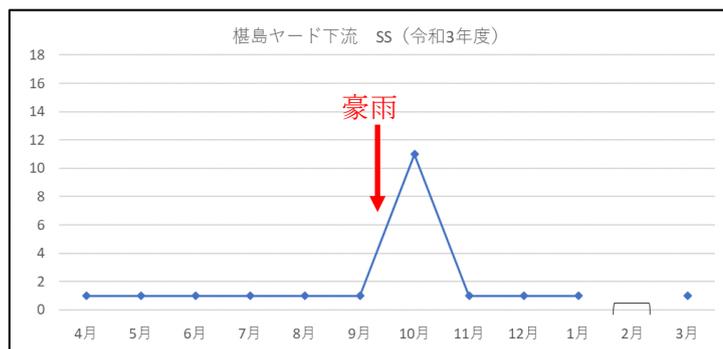


図 1 5 豪雨により濁りが発生した測定例

②遮水シートの損傷等、遮水型の発生土置き場の管理不備が発生した場合、自然由来重金属等を含んだ雨水等が河川に流出する可能性があります。

【リスクへの基本的な対応】

- ・定期的に設備の状況を点検・確認します。(図 1 6、図 1 7)
- ・河川に放流する排水のモニタリングを継続的に実施し、変化を早期に検知します。
- ・施工中、施工完了後も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設備の状況を速やかに確認します。
- ・確認の結果、設備の損傷等を確認した際には、対策土の受入れを一時中断し、速やかに静岡県、利水者等に報告し、損傷箇所の復旧等、応急対策を実施します。
- ・また、対策土置き場の下流の地点で水質等の調査箇所を追加し影響を確認します。

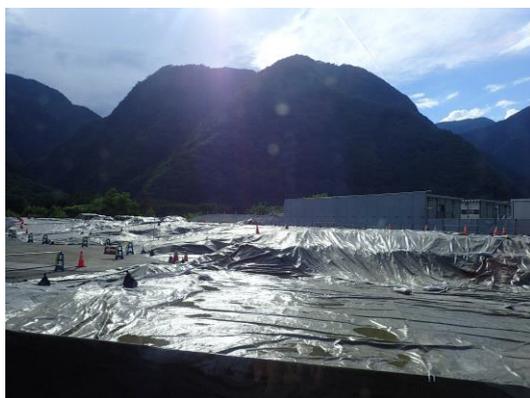


図 1 6 施工途中の遮水シート



図 1 7 浸潤水の集水設備

- ・時間が経過しても、自然由来の重金属等の濃度が低下しない場合には、原因となる底泥の除去等の対応方針を策定し、静岡県や利水者等にご相談のうえで底泥の除去等を実施します。

③遮水型の発生土置き場において、地震、豪雨等の大規模災害による停電、あるいは処理設備の故障が発生した場合、浸潤水の適切な処理がなされないまま河川に流出する可能性があります。

【リスクへの基本的な対応】

- ・予め、予備電源（発動発電機等）や予備の処理設備を用意しておくことで、リスクを回避します。停電や設備の故障が発生した場合、予備の設備に切り替えることで対応します。

3. モニタリング

(1) トンネル

1) トンネル湧水等のモニタリング

- ・ 1～4 ページで述べたように、トンネル湧水等については、管理基準を満たすよう適切に処理し、河川へ放流します。
- ・ 濁水処理設備においては、図 18 のようなフローで処理を行います。pH、SS については処理後、設備内に設置した機器で常時計測（SS は濁度換算）を行い、予め定めた管理値を超えた場合は再処理を実施して、管理値を遵守するよう自動的に管理され、図 19 のようにその結果を確認いたします。自然由来の重金属等については、処理設備内の原水槽において簡易計測（パックテスト等）による確認を行い、予め定めた管理値以下に処理します。

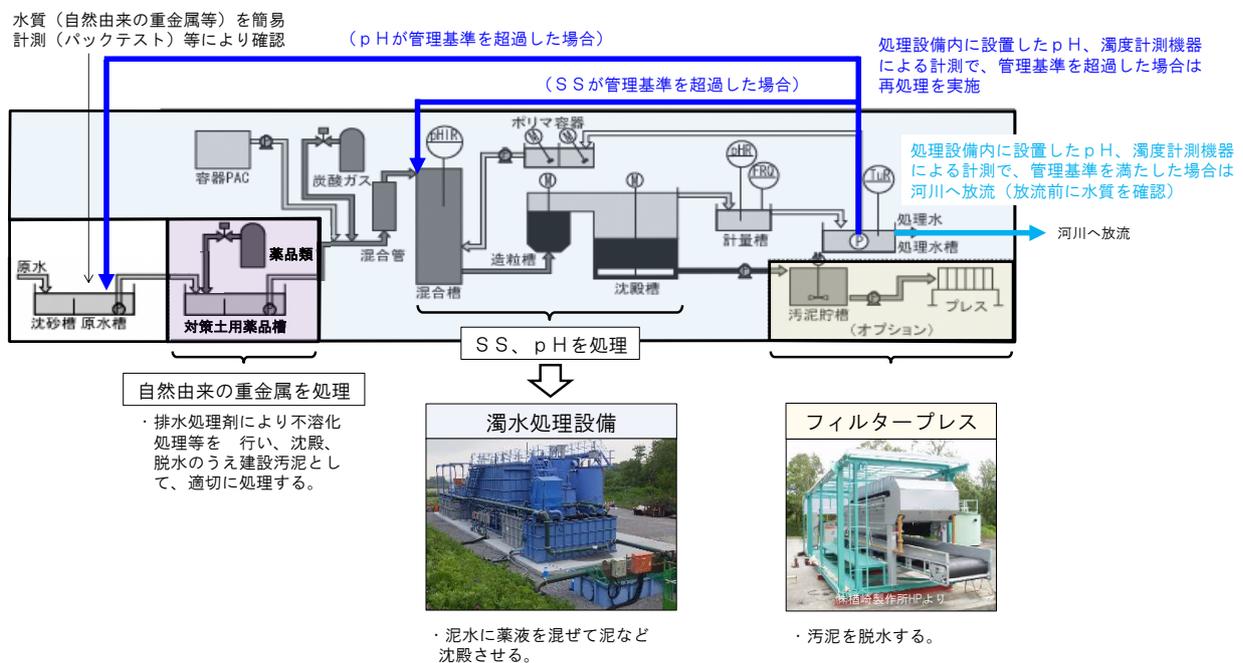


図 18 処理設備による処理のフロー（イメージ）



図 19 処理設備における処理及び水質の確認（他工区の実績）

- ・そのうえで、処理後の濁水及び清水のそれぞれについて、河川放流前に表 4 に示すとおり計測を行います。
- ・工事完了後もトンネル湧水を河川へ放流する箇所においては、定常的な値を示すまで計測を継続します。

表 4 トンネル湧水等の水質・水温調査概要（河川放流前の確認）

項目		地点	目的	頻度
トンネル湧水等	pH SS（濁度換算）	西俣非常口 千石非常口	河川放流前での水資源利用への影響を確認	・工事中：日1回 ・工事後：日1回
	自然由来の重金属等	坑口（導水路トンネル） 坑口（工事用道路トンネル）		・工事中：月1回※1 ・工事後：月1回
	水温			・工事中：日1回 ・工事後：日1回

※1 発生土に含まれる自然由来の重金属等が基準値を超過していた場合には、日1回にして確認を行います。

2) 放流先河川におけるモニタリング

- ・トンネル湧水は、河川放流前の管理を基本として処理・確認を行いますが、さらに放流先河川においても、トンネル湧水を放流する箇所付近において表 5、図 20 に示すとおり水質・水温の計測を実施します。

表 5 河川の水質・水温調査概要（トンネル湧水の放流先河川の確認）

項目		地点	目的	頻度
河川 （トンネル湧水等の放流先河川）	pH SS（濁度換算） EC	西俣非常口、 千石非常口、 坑口（導水路トンネル）	放流先河川での水資源利用への影響を確認	・工事前：常時 ・工事中：常時 ・工事後：※1
	自然由来の重金属等	の放流箇所の下流地点		・工事前：月1回 ・工事中：月1回※2 ・工事後：※1
	水温	（自然由来の重金属等のみ放流箇所の上流地点においても調査）		・工事前：常時 ・工事中：常時 ・工事後：常時 （坑口（導水路トンネル）

※1 工事完了後の湧水放流箇所である坑口（導水路トンネル）においては、将来に亘って継続して調査します。工事完了後、その他の箇所においては、放流先河川の水質が定常的な状態になるまでの間、継続して調査します。

※2 発生土に含まれる自然由来の重金属等が基準値を超過していた場合には、日1回にして確認を行います。

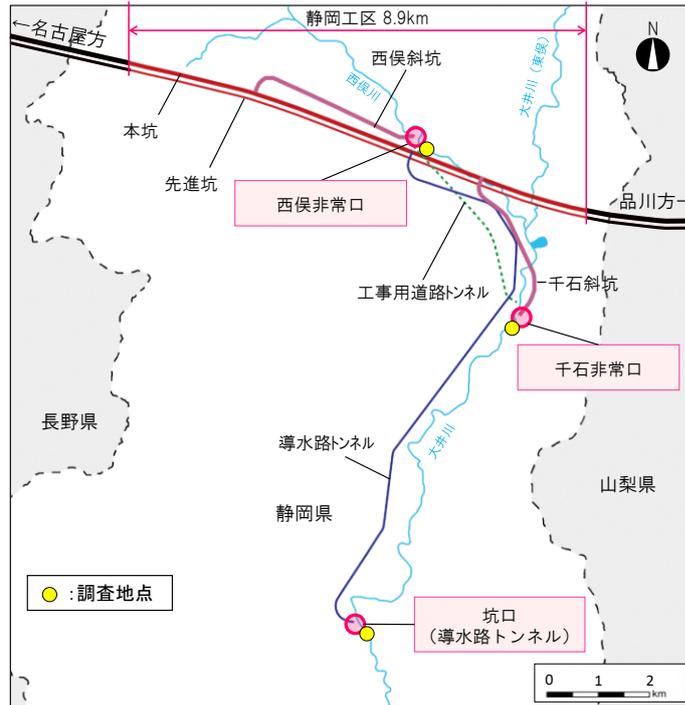


図 20 河川の水質・水温調査地点（トンネル湧水等の放流先河川の確認）

- ・ 工事前の調査結果をバックグラウンドデータとして整理するとともに、工事による変化を管理するための管理値を設定したうえで、計測を実施します。
- ・ 水質が管理値を超えた場合や、値がこれまで見られなかった変動の傾向を示した場合には、工事排水やトンネル湧水、放流箇所の上流地点等の調査結果と対比して原因の究明を行い、対策を講じていきます。
- ・ 水温については、放流箇所の下流地点で調査を行うことを基本とし、必要により河川の状況を考慮して調査地点を追加し、水温の分布状況を把握します。

(2) 発生土置き場

1) 発生土置き場（通常土）からの排水放流先河川でのモニタリング

- ・発生土置き場（通常土）から排水を放流する箇所付近において調査を実施します。項目、調査時期、頻度、地点は表 6 及び図 21 に示します。
- ・頻度については、定期的な排水の有無や量が不明であるため、当初は月 1 回を基本として実施いたしますが、排水の状況によっては頻度を変更します。

表 6 河川の水質調査概要(発生土置き場(通常土))からの排水放流箇所

項目	地点	目的	頻度
河川 (発生土置き場 (通常土)からの 排水放流先河川)	ツバクロ(燕沢 付近)、イタドリ (下木賊沢付 近)、中ノ宿3 (紅葉沢付 近)、剃石付 近の発生土 置き場から の排水放流 箇所の上流 ・下流地点	放流先河川での水資源利用への影響を確認	・工事前: 月 1 回 ・工事中: 月 1 回※1 ・工事後: 月 1 回※1

※1 定期的な排水の有無や量が不明であるため、月 1 回を基本とするが、排水の状況によっては頻度を変更します。

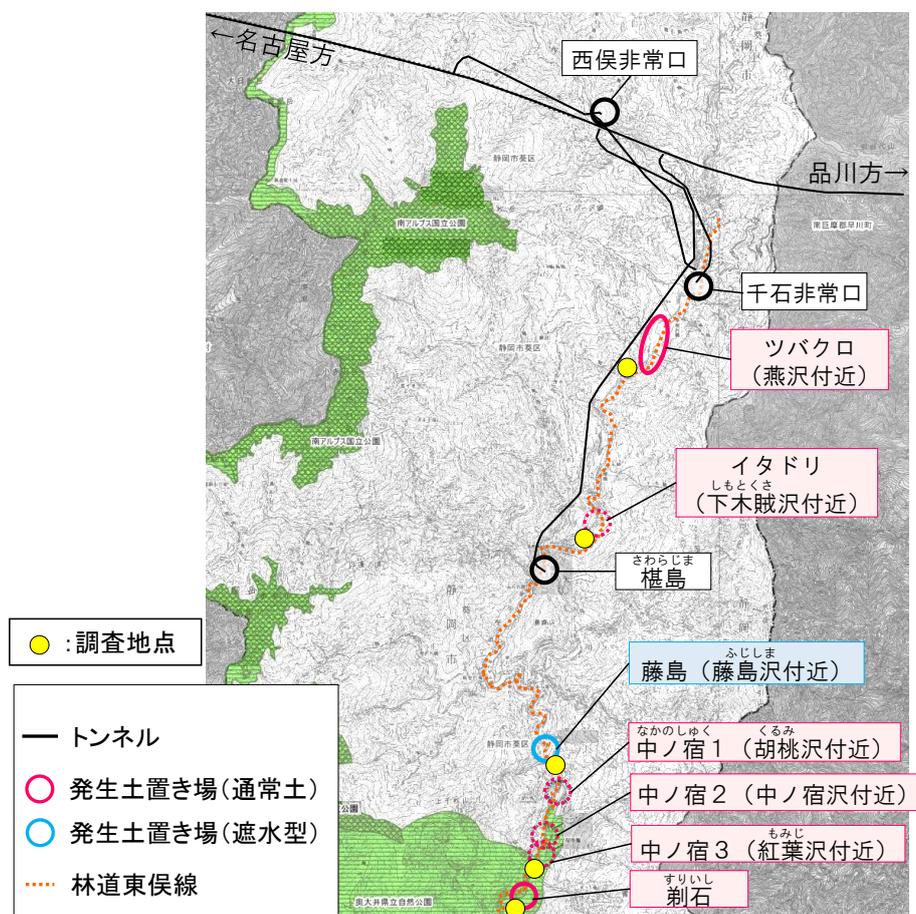


図 21 河川の水質調査地点(発生土置き場からの排水放流箇所)

- ・工事前の調査結果をバックグラウンドデータとして整理するとともに、工事による変化を管理するための管理値を設定したうえで、計測を実施します。
- ・水質の値がこれまで計測された範囲を超えた場合や、これまで見られなかった変動の傾向を示した場合には、発生土置き場からの排水放流箇所の上流・下流地点の調査結果を対比して原因の究明を行い、対策を講じます。

2) 発生土置き場（遮水型）からの排水放流先河川でのモニタリング

- ・発生土置き場（遮水型）からの排水のモニタリング内容（項目、頻度等）については、他事業の事例なども参考に図 22 のとおり計画しておりますが、今後、専門家のご意見も踏まえて決定していきます。

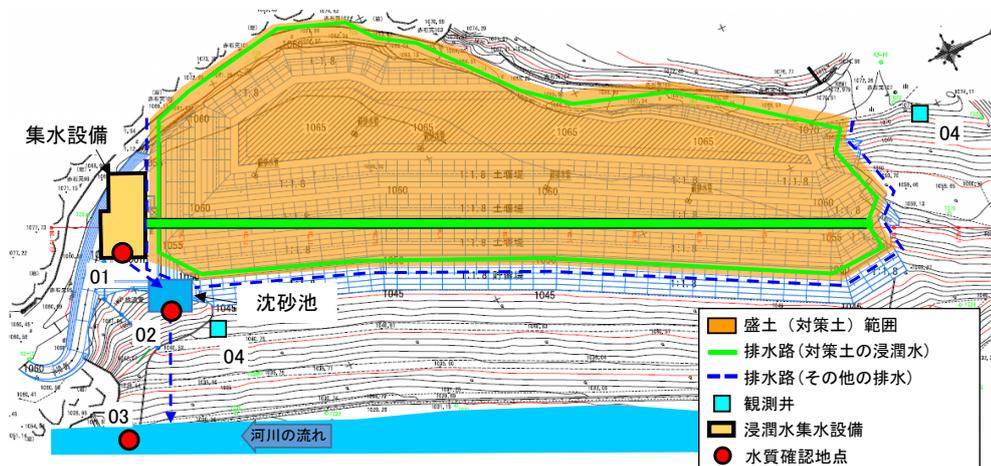


図 22 水質の調査計画（イメージ）

地点 01：対策土の浸潤水（集水設備等）

	調査頻度
SS、pH、電気伝導度 自然由来の重金属等 水温、水量	搬入中：排水前にその都度調査

地点 02：その他排水（沈砂池等）

調査項目	調査頻度
SS	搬入中：年 1 回（降雨時等の排水時）
pH、電気伝導度 自然由来の重金属等 水温、水量	搬入中：年 1 回（降雨時等の排水時） 搬入完了後：1 回（降雨時等の排水時）

地点 03 : 放流箇所の下流地点

調査項目	調査頻度
SS	搬入前：1回 搬入中：年1回（降雨時等の排水時）
pH、電気伝導度 自然由来の重金属等 水温、水量	搬入前：四半期に1回を基本 搬入中：月1回 搬入完了後：水質が安定するまで、月1回 水質安定後も将来にわたって継続的に 調査を実施（頻度は状況を踏まえ検討）

地点 04 : 地下水（観測井：発生土置き場の上流側及び下流側）

調査項目	調査頻度
pH、電気伝導度 自然由来の重金属等 水温、水量	搬入前：四半期に1回を基本 搬入中：月1回 搬入完了後：水質が安定するまで、月1回 水質安定後も将来にわたって継続的に 調査を実施（頻度は状況を踏まえ検討）

(3) 流域市町、利水者の意見の反映について

- ・以上、水質、水温に関するモニタリングの計画（項目、地点、頻度等）について述べましたが、今後は水量のモニタリングも併せ、静岡県とも調整を行い、例えば図 23 のような形で大井川流域市町、利水者の方々のご意見をお聞きしていきたいと考えております。その結果、必要な場合には項目、地点、頻度等の追加、変更等を行ってまいります。

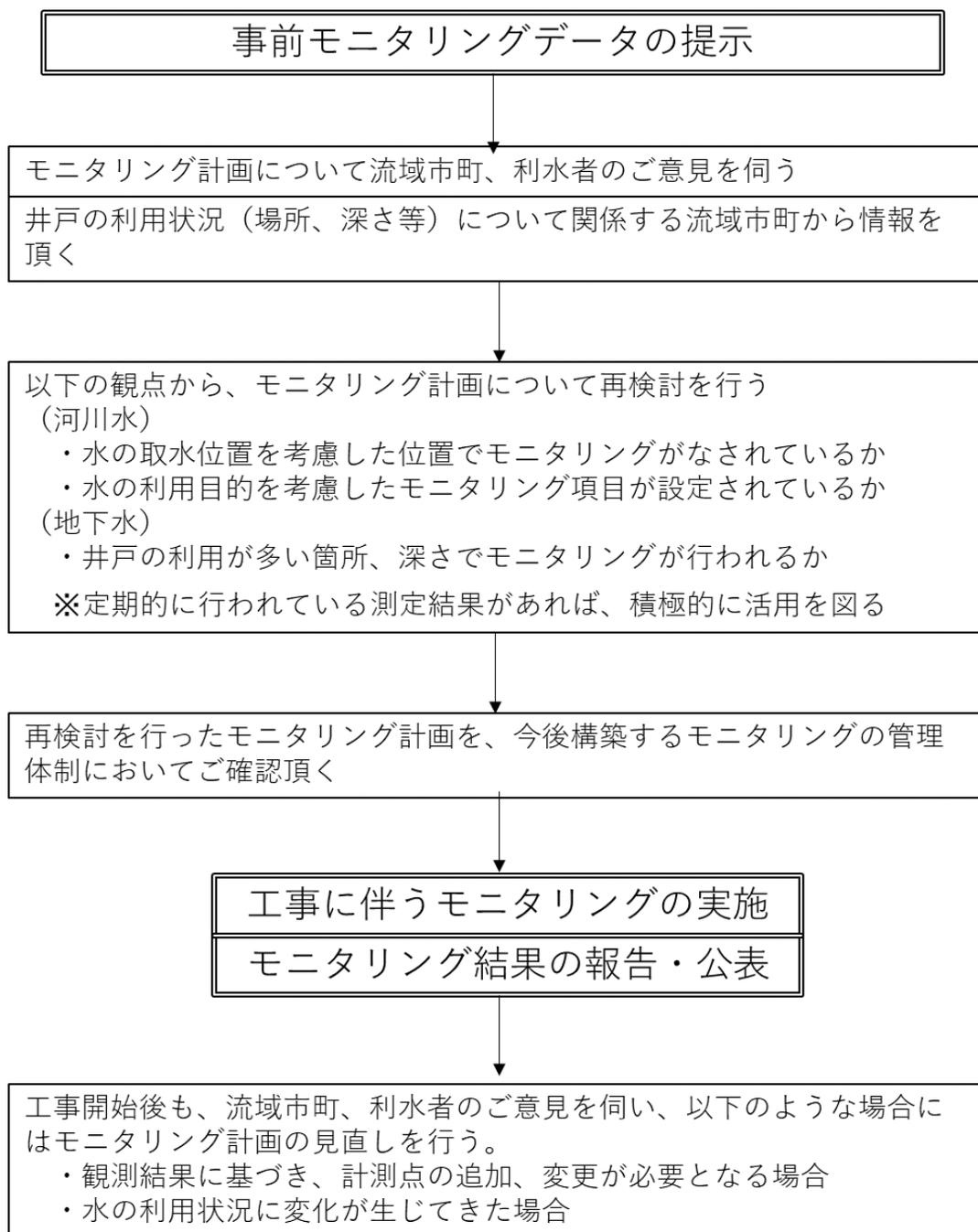


図 23 流域市町、利水者の意見を反映したモニタリング計画策定の流れ