

水資源に係るリスク管理について

<本資料に記載の項目>

「今後の主な対話項目」（2024年2月5日 静岡県）抜粋

1 水資源編

2 リスク管理

(1) リスク管理

- ・ リスク管理の手法（リスクマトリクス、リスクマップを使用）
- ・ 予測の不確実性を低減するため、調査結果（ボーリングや湧水の化学分析結果等）を踏まえたリスク評価の検証と見直し

(2) 田代ダム取水抑制案について

- ・ 取水抑制できない状態が継続する場合の対応
- ・ 突発湧水など不測の事態への対応（連絡・協議体制など）
- ・ 取水抑制するための水量が不足する不確実性への対応（渇水期を避けた施工の検討）

(3) トンネル湧水をポンプアップし、導水路トンネルから大井川に戻す方策について、突発湧水等のリスクへの対応

令和 7 年 6 月
東海旅客鉄道株式会社

目 次

(1) リスク管理.....	1
1) リスク管理の手法（リスクマトリクス、リスクマップを用いた検討）	1
2) 調査結果（ボーリングや湧水の化学分析結果等）を踏まえたリスク評価の検証 と見直しについて	1
(2) 田代ダム取水抑制案について	3
1) 取水抑制できない状態が継続する場合の対応.....	3
2) 取水抑制するための水量が不足する不確実性への対応（渇水期を避けた施工の 検討等）	1 0
3) 突発湧水など不測の事態への対応（連絡・協議体制など）	1 7
(3) ポンプアップ、導水路トンネルによりトンネル湧水を大井川に戻す方策にお けるリスク対応.....	1 8

(1) リスク管理

1) リスク管理の手法（リスクマトリクス、リスクマップを用いた検討）

- ・水資源に係るリスクについて、専門部会委員のご指導を頂きながら、リスクマトリクス、リスクマップを整理しました。
- ・それぞれ、(2) 田代ダム取水抑制案について、(3) ポンプアップ、導水路トンネルによりトンネル湧水を大井川に戻す方策におけるリスク対応においてお示しします。なお、これ以外の項目についてもリスクは存在しますが、「今後の主な対話項目」（令和6年2月5日 静岡県）を踏まえ、水資源の観点から特に重要となる2点について検討を行いました。
- ・(3) ポンプアップ、導水路トンネルによりトンネル湧水を大井川に戻す方策におけるリスク対応については、今回検討したリスク管理の手法（リスクマトリクス、リスクマップを用いた検討）を、今後の工事ステージの変化に応じて、ブラッシュアップしていきます。

2) 調査結果（ボーリングや湧水の化学分析結果等）を踏まえたリスク評価の検証と見直しについて

- ・静岡県内においては、図 1 のとおりこれまで地質調査を進めており、これまでに実施した水収支解析に反映するとともに、予測の不確実性を低減するために山梨県内から県境付近に向けて高速長尺先進ボーリングを実施し、得られた地質等の情報がこれまでに実施した水収支解析で想定した範囲内であるかを確認し、透水係数・間隙率ともに想定より小さいなど安全側であることを確認してきています。
- ・引き続き、静岡工区でのトンネル掘削（斜坑、先進坑、本坑）に先立って、静岡県内の高速長尺先進ボーリングやコアボーリングを実施し、透水係数や間隙率などの調査結果を確認するとともに、必要に応じて実測データを用いた解析の見直しを行い、リスク管理の検証や見直しに反映させるなど、トンネル掘削に伴う影響について不確実性の低減を可能な限り図ってまいります。

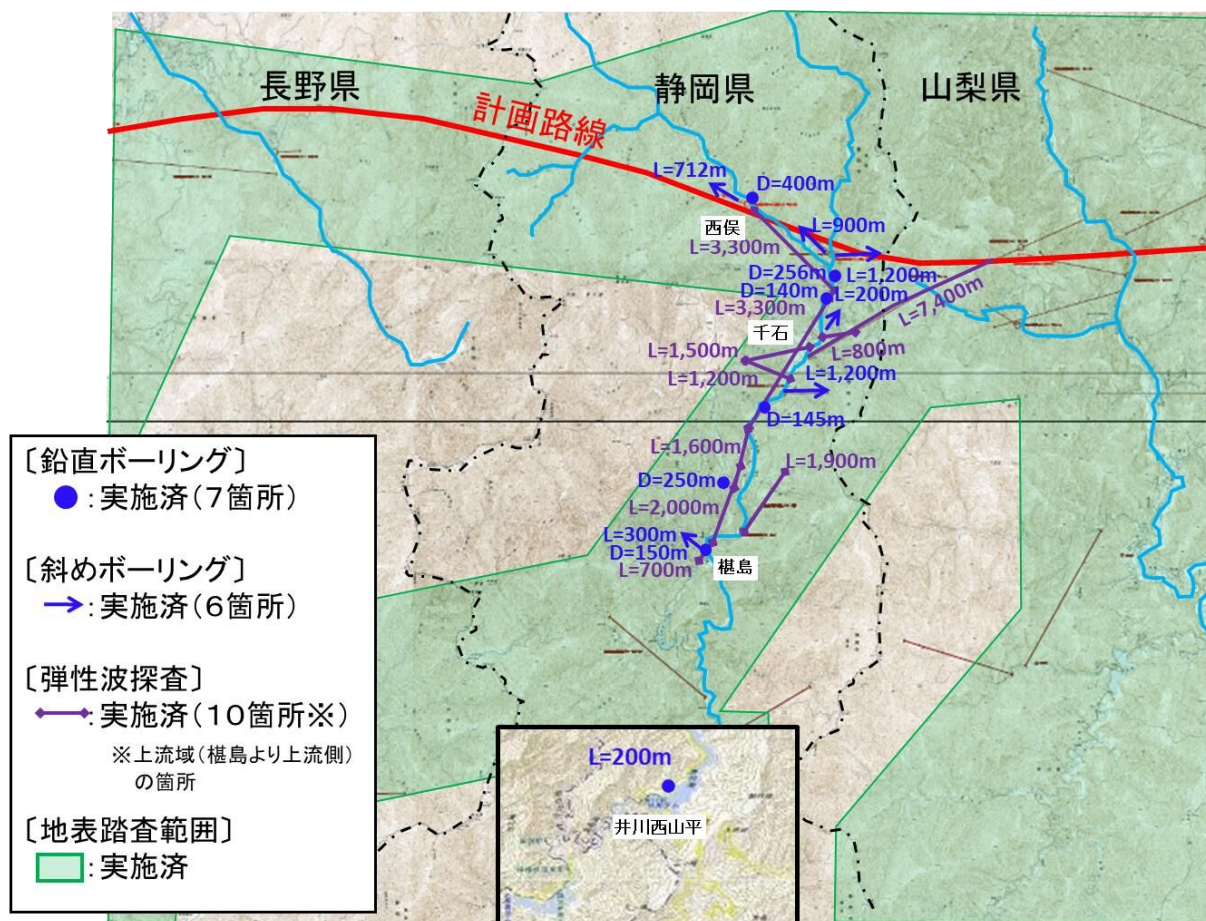


図 1 静岡県内における地質調査の状況（令和 6 年 5 月時点）

(2) 田代ダム取水抑制案について

1) 取水抑制できない状態が継続する場合の対応

- ・第12回地質構造・水資源専門部会（令和5年3月20日）でご説明したように、約10年分の河川流量の実測データを用いた検討では、渇水期においても河川流量は水収支解析から算出した県外流出量と比較して取水抑制するための水量が不足する日はありませんでしたが、リスク管理の観点から取水抑制できない状態が継続する場合の対応について整理しました。

○取水抑制の実施可否の判断

- ・「資料1-2 田代ダム取水抑制案について」の「(2) 運用サイクル及びオペレーションの詳細について」にてお示ししたとおり、東京電力リニューアブルパワー株式会社（以下、「東京電力RP」）との合意のもと、①県外流出量の測定、②取水抑制量の報告、③取水抑制の実施、④取水量・放流量の報告・確認 のサイクルを繰り返し実施していきます。
- ・取水抑制の実施可否の判断は、「②取水抑制量の報告時（③取水抑制の実施前）」で行います。また、「③取水抑制の実施後（④取水量・放流量の報告・確認時）」に実施結果の確認を行います。
- ・③取水抑制の実施後（④取水量・放流量の報告・確認時）に取水抑制の実施結果を確認し、県外流出量と同量（全量）を取水抑制できなかった場合には、図2のとおり、翌々サイクル以降に可能な限り早く、不足分を加味して抑制します。
- ・一方で、②取水抑制量の報告時（③取水抑制の実施前）の判断の結果、県外流出量と同量（全量）を取水抑制できる見込みがない場合やその状態が継続する場合については、リスク管理の観点から以下の対応を行います。取水抑制の実施後に結果を確認し不足分を加味して抑制するよりも、取水抑制の実施前に判断して対応することで、県外流出量と同量（全量）の抑制をより早く実施することが可能です。

○取水抑制できない場合の対応、取水抑制できない状態が継続する場合の対応

- ・「資料1-2 田代ダム取水抑制案について」の「(3) 冬期に発電所を停止する場合の対応について」にてお示ししたとおり、冬期において、取水抑制を行うことにより、東京電力RPの大井川からの取水量が、発電所を安定して運転継続できる流量を下回る場合は、大井川からの取水は行わず、発電所を一時的に停止頂きます。これについては、東京電力RPとJR東海の間で令和5年12月に基本合意書を締結しています。
- ・しかしながら、少雨のため冬期に河川流量が著しく少ない場合や、県外流出量が突発的に増加する場合には、発電のための取水を停止頂いても、取水抑制するための水量が不足する可能性があります。これらの不確実性については、先進坑掘削開始前に、今後実施する県境付近の断層帯での高速長尺先進ボーリングによる調査結果等から掘削スケジュールの調整を行い県外流出量と同量の水量を確実に大井川へ還元するための対応をリスク管理として実施します。詳細は、「2) 取水抑制するための水量が不足する不確実性への対応（渇水期を避けた施工の検討等）」にお示しします。
- ・そのうえで、先進坑掘削開始後に無降雨期間の長期化や突発湧水など不測の事態が発生し、発電所を一時的に停止頂いても県外流出量と同量（全量）を取水抑制できない場合には、図3のとおり県外流出量と同量（全量）を可能な限り早く（翌サイクル）に不足分を加味して抑制します。東京電力RPの電力需給ひっ迫時、設備不具合時等によって県外流出量と同量を取水抑制できない場合にも同様に対応します。取水抑制できない状態が継続する場合は、その期間の不足分を把握し、取水抑制できるようにな

- った時点以降（翌々サイクル）に可能な限り早く不足分を加味して抑制します。
- ただし、取水抑制できない状態が一定期間継続した場合や、一定期間のうちに取水抑制できる見込みがない場合には、静岡県や専門家等にご相談のうえ対応を検討し、必要な場合には先進坑の掘削を一時中断し、掘削スケジュールの再検討を行うこととします。
 - 上記の「一定期間」については、第 19 回地質構造・水資源専門部会（令和 7 年 3 月 1 日）において、考え方を改めて示すようご意見があり、今回検討した内容をお示します。

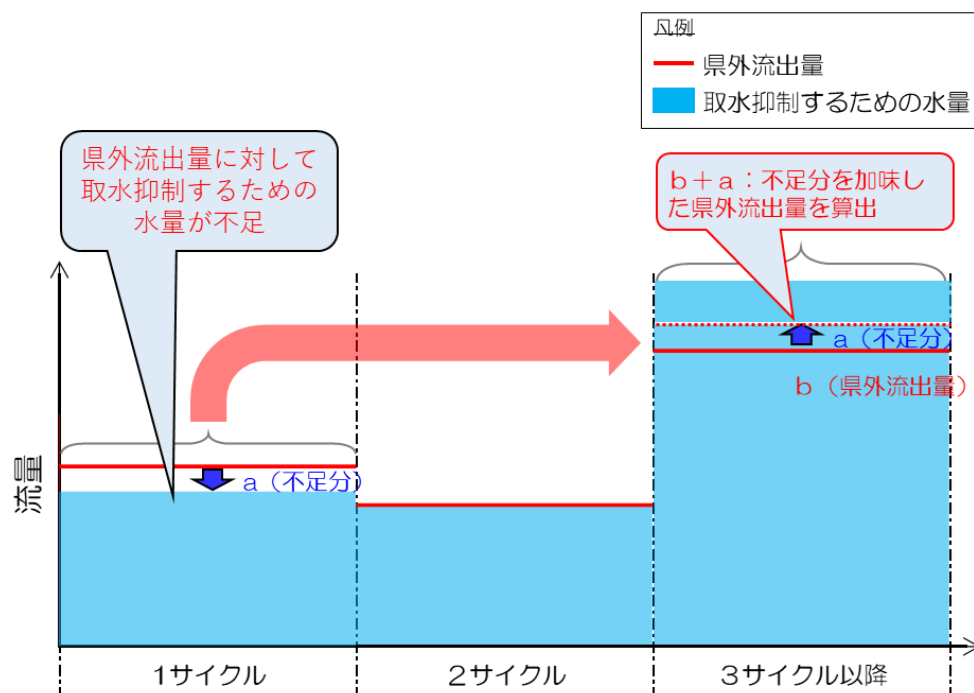


図 2 運用サイクル③取水抑制の実施後（④取水量・放流量の報告・確認時）に取水抑制の実施結果を確認し、県外流出量と同量を取水抑制できなかった場合の取扱い

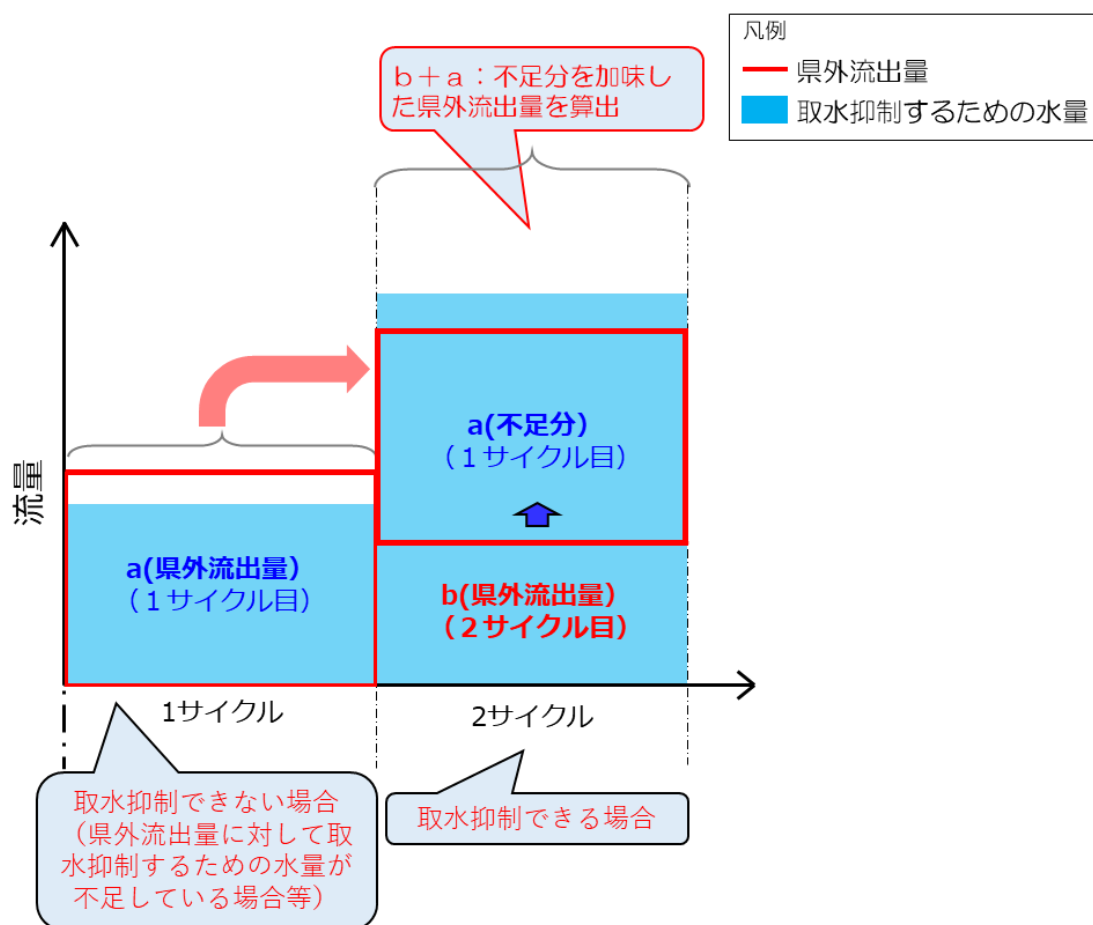


図 3 運用サイクル②取水抑制量の報告時（③取水抑制の実施前）に取水抑制の実施可否を判断し、県外流出量と同量を取水抑制できる見込みがない場合の取扱い

○「一定期間」の考え方

- 田代ダム取水抑制案は1週間毎に取水抑制を実施することを基本として運用し、「①県外流出量の測定」は、1サイクル1週間単位で行います。対象サイクルの県外流出量と同量を取水抑制できない場合には、翌サイクルに不足分を加味して抑制しても、取水抑制できない期間は16日間となります。また、2サイクル連続で取水抑制できない状態が継続した場合には、翌々サイクルに不足分を加味して抑制しても、取水抑制できない期間は23日間となります。さらに、3サイクル連続で取水抑制できない状態が継続した場合には、取水抑制できない期間が30日間となります。(図4)

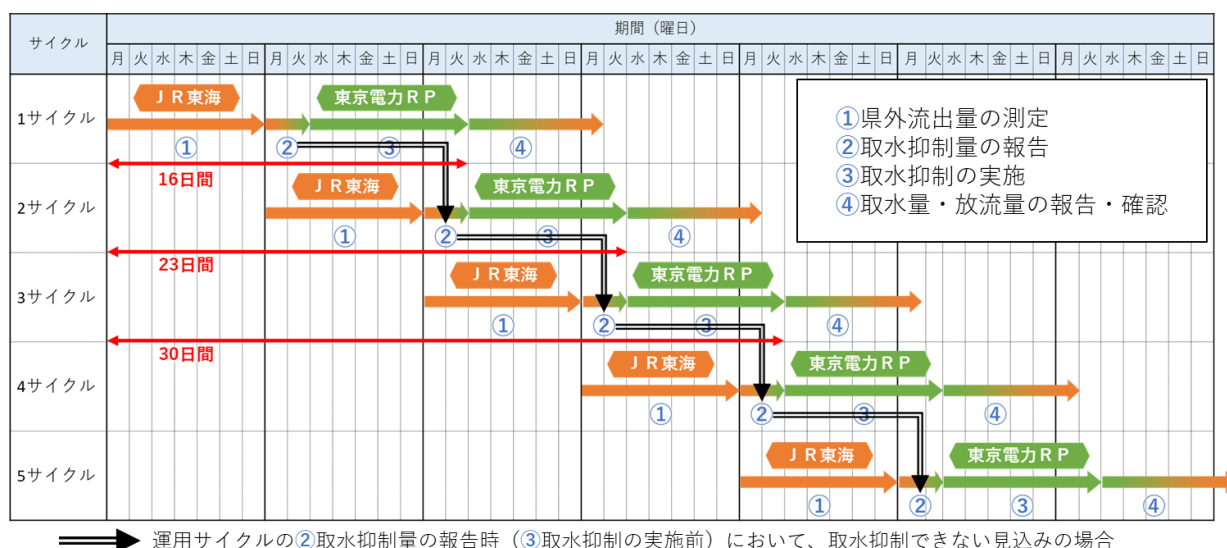


図4 取水抑制できない状態が継続する場合の運用サイクル

- 過去29年分(1997年1月1日～2025年3月31日)の気象庁のアメダス観測データ(静岡市井川地点)では、無降雨期間は概ね30日未満であり、取水抑制できない状態が継続した場合でも、概ね30日のうちに、降雨により河川流量が回復し、取水抑制できるようになると考えられます。
- しかしながら、29年間に7回、30日以上無降雨期間があったこと(表1)から、リスク管理の観点から不測の事態を想定して対応を決めておく必要があるため、一定期間のうちに取水抑制できる見込みがない場合の「一定期間」を対象サイクルの県外流出量の測定開始時点から起算した30日としてリスク管理を行います。
- また、取水抑制できない状態が一定期間継続した場合の「一定期間」についても3サイクル連続(30日)として同様にリスク管理を行います。(図5)

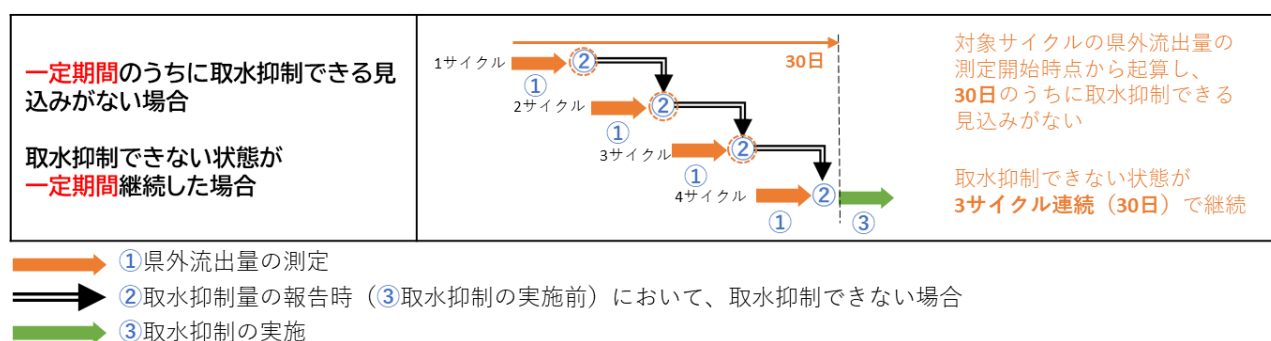


図5 「一定期間」の考え方

表 1 過去 29 年間の連続無降雨期間データ

年	連続無降雨 30日以上（回）※	最長無降雨期間 （日）参考
1997	1	38
1998	0	15
1999	2	37
2000	0	18
2001	0	18
2002	0	10
2003	0	15
2004	0	16
2005	0	17
2006	0	21
2007	0	12
2008	0	13
2009	0	14
2010	0	20
2011	1	37
2012	1	38
2013	0	14
2014	0	16
2015	0	16
2016	0	23
2017	0	16
2018	0	16
2019	0	22
2020	1	31
2021	0	12
2022	0	12
2023	0	21
2024	1	11
2025	0	39
計	7	

※連続無降雨が始まった年で回数を数えているため、年を跨ぐ場合は前年で計上している。

- ・以上を踏まえて、田代ダム取水抑制案におけるリスク管理フローを図 6 にお示しします。
- ・リスク管理フローは、山梨県側から掘削する山梨工区の先進坑を県境付近から掘削開始し、県境を越えて静岡県側にある静岡工区の先進坑とつながるまでの期間を対象としています。山梨工区の先進坑を県境付近から掘削開始する時には、静岡工区の先進坑は山梨工区との工区境付近まで掘削を完了しています。
- ・山梨工区の先進坑と静岡工区の先進坑が接続した（先進坑掘削終了）後は、県境付近から静岡県側でポンプアップを開始します。ポンプアップ等に関するリスク対応については、「(3) ポンプアップ、導水路トンネルによりトンネル湧水を大井川に戻す方策におけるリスク対応」にてお示しします。

※の箇所では薬液注入(ポストグラウト)の実施も検討する

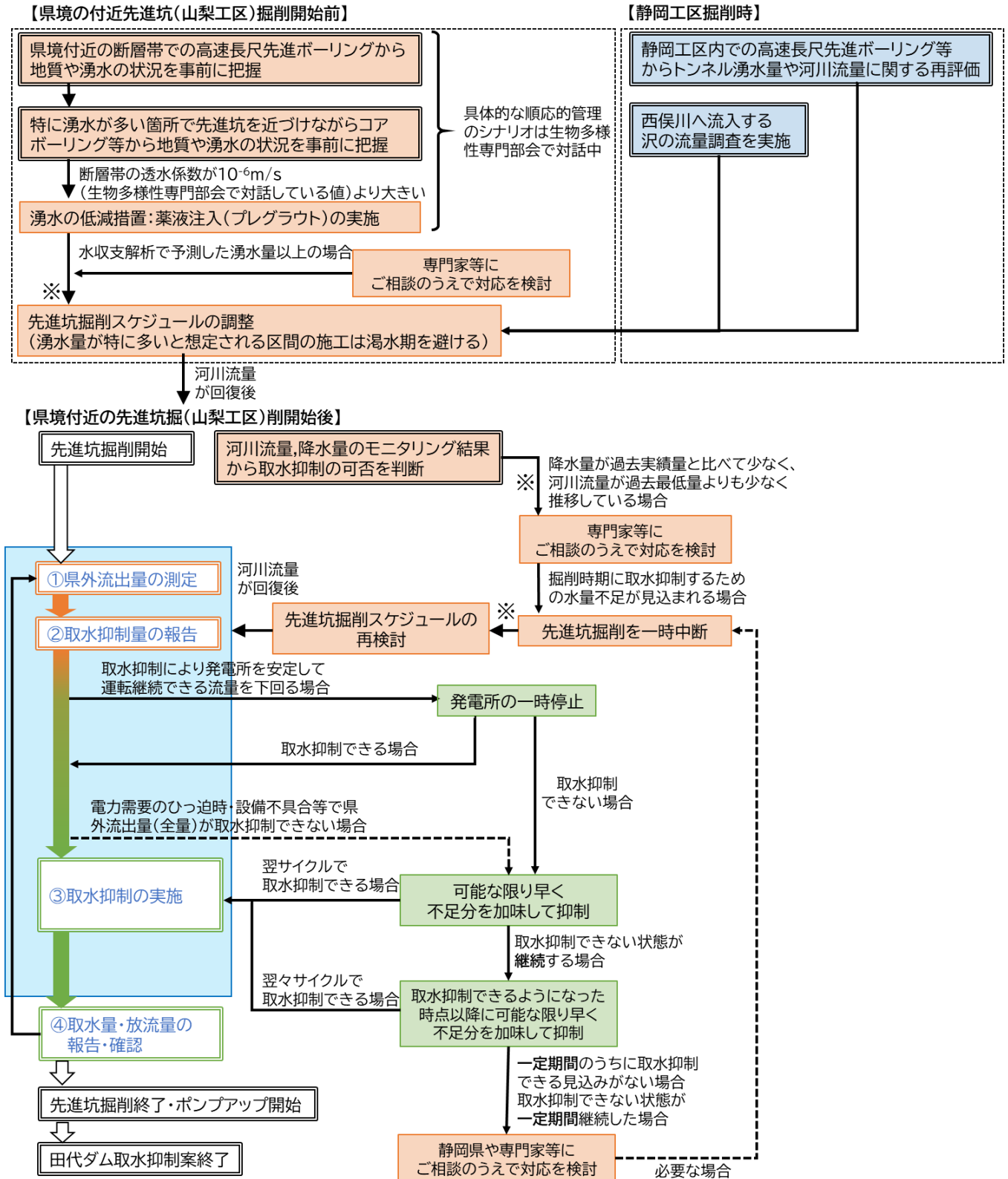


図 6 田代ダム取水抑制案におけるリスク管理フロー

2) 取水抑制するための水量が不足する不確実性への対応(渇水期を避けた施工の検討等)

- ・ 取水抑制するための水量が不足する不確実性への対応については、表 2 のリスクマトリクス、図 7 のリスクマップとして整理いたしました。

表 2 田代ダム取水抑制案で県外流出量と同量の取水抑制を行う際のリスクマトリクス

事象 トリガー	要因 インパクト・エレメント	被害・障害 リスク	監視・観測 モニタリング	対策 カウンター
大井川の河川流量 (田代ダムより上流域)が減少する	少雨(特に冬期)	大井川の流量が一時的かつ部分的に減少し、田代ダム案で県外流出量と同量の取水抑制ができない	大井川の河川流量 高速長尺先進ボーリングの孔口湧水量 先進坑の湧水量 湧水の水温・水質(pH, Ec)・化学的な成分分析(酸素・水素同位体、放射性同位体、溶存イオン分析) 降水量 周辺の地下水位等	湧水の低減措置(薬液注入) 掘削スケジュールの調整(ボーリング結果から湧水量が特に多いと想定される区間は渇水期を避けて掘削) (モニタリング結果から取水抑制するための水量が不足すると見込まれる場合、掘削を一時中断)
	断層破碎帯におけるトンネル掘削による限定的な範囲の地下水低下			
	トンネル掘削による広範囲の地下水低下	大井川の流量が広範囲にわたって継続的に減少し、田代ダム案で県外流出量と同量の取水抑制ができない		
県外流出量(トンネル湧水量)が増加する	断層破碎帯におけるトンネル掘削による突発的な湧水の発生	トンネル湧水量が一時的に増加し、田代ダム案で県外流出量と同量の取水抑制ができない		

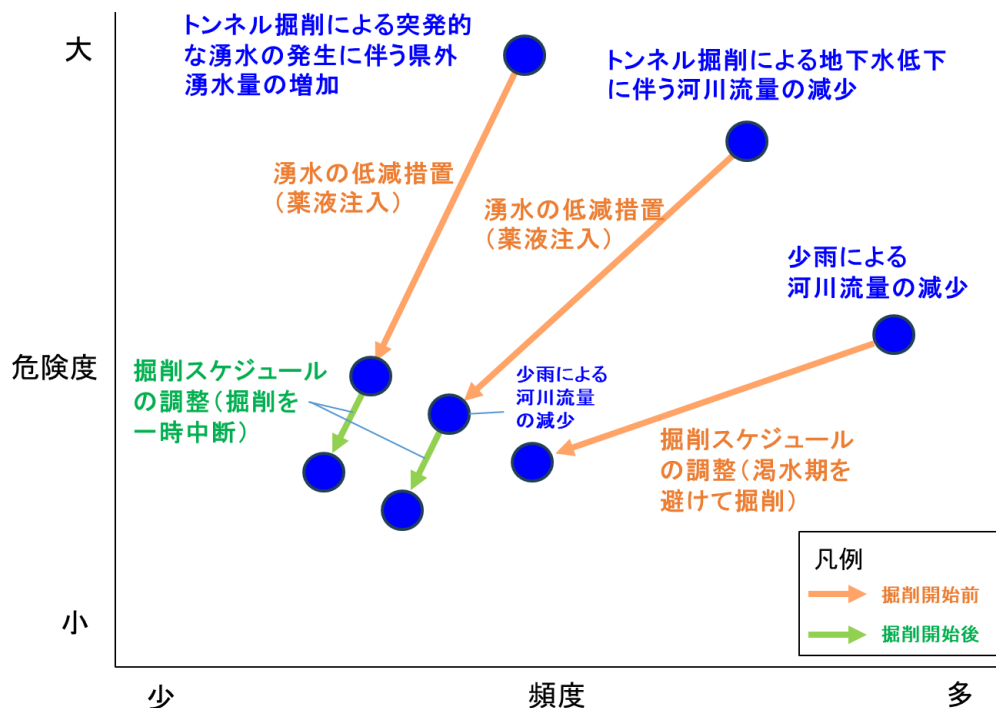


図 7 田代ダム取水抑制案で県外流出量と同量の取水抑制を行う際のリスクマップ

- ・取水抑制するための水量が不足する不確実性への対応として、湧水の低減措置（薬液注入）、掘削スケジュールの調整を考えています。今後実施する県境付近の断層帯での高速長尺先進ボーリング等の調査結果も踏まえ、対応の内容については、現地でのトンネル掘削までにさらに検討を深め、静岡県等や専門家に報告してまいります。

○湧水の低減措置（薬液注入）

- ・県境付近の断層帯における先進坑の掘削にあたっては、高速長尺先進ボーリングによって地質や湧水等の状況を事前に把握するとともに、破砕帯等や湧水量の変化が著しい場所、地質の変化が想定される場所においてコアボーリングを行い、地質の性状を詳細に調査します。そのうえで、先進坑掘削時に多くのトンネル湧水が想定される範囲においては、先進坑の掘削がその範囲に近づいた時点でトンネル掘削工事を一時中断し、トンネル周辺や切羽前方に対し、薬液注入（プレグラウト）を行うことで、沢の流量への影響を低減し、トンネル湧水の低減を図ったうえで、先進坑を掘削します。

○高速長尺先進ボーリングを用いたトンネル掘削の手順

A. 高速長尺先進ボーリングの実施

- ・できる限り早く前方の地質（破砕帯等の位置）や湧水の状況を事前に把握

B. コアボーリングの実施

- ・破砕帯等や湧水量の変化が著しい場所、地質の変化が想定された箇所等で実施し、透水係数などの物性値を把握

C. 先進坑の掘削

- ・前方の破砕帯に薬液注入しながら、地質や湧水の状況を詳細に把握

D. 本坑の掘削

- ・A～Cの結果を踏まえて適切な補助方法等を選択（先進坑からの施工を含む）

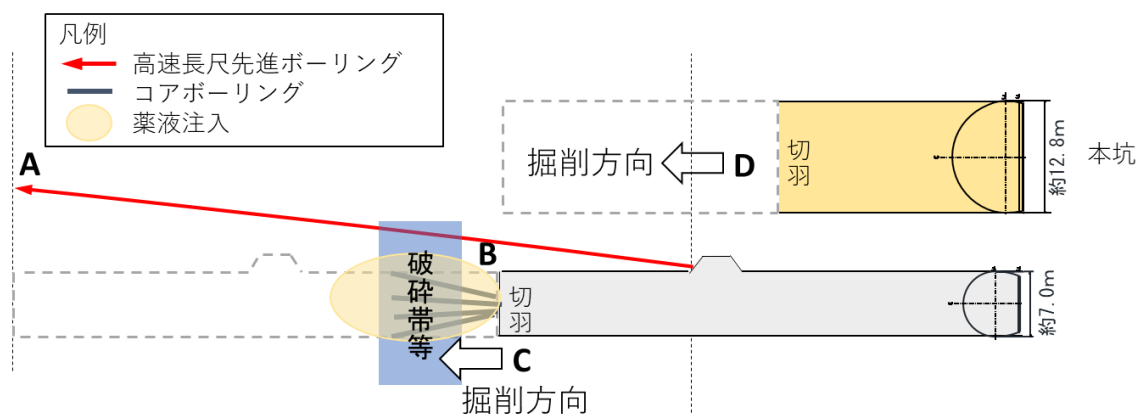


図 8 高速長尺先進ボーリングを用いたトンネル掘削の手順

- ・プレグラウトの計画（効果確認を踏まえた実施フロー）については、青函トンネルで実施した例を参考に図 9 及び図 10 のように行うことを考えており、具体的な内容は「第 18 回地質構造・水資源専門部会 資料 4 3 p～6 p」に記載しています。
- ・プレグラウトの実施区間については、高速長尺先進ボーリングの湧水の水量や水質の変化に着目し、地表水の流入や深部地下水の流入の有無についても傾向を把握したうえで、決定してまいります。

- ・ポストグラウトについては、トンネル掘削後の湧水量や沢の流量の状況から、専門家の意見を踏まえて必要と判断される場合に実施することを考えています。

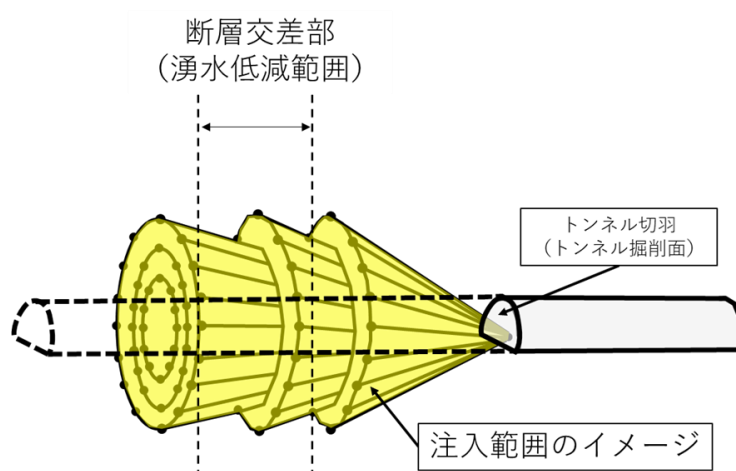


図 9 薬液注入（プレグラウト）のイメージ

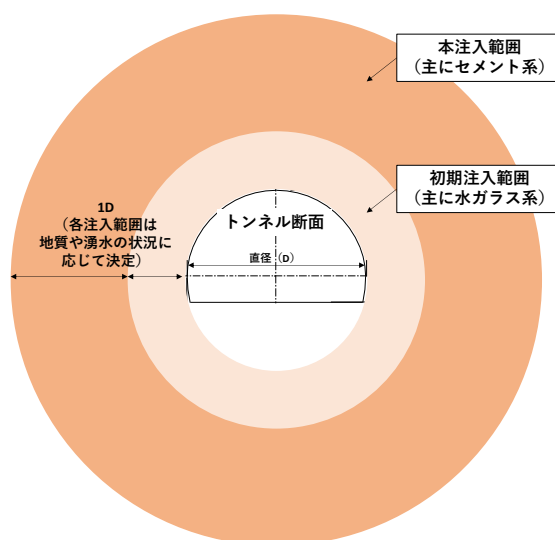
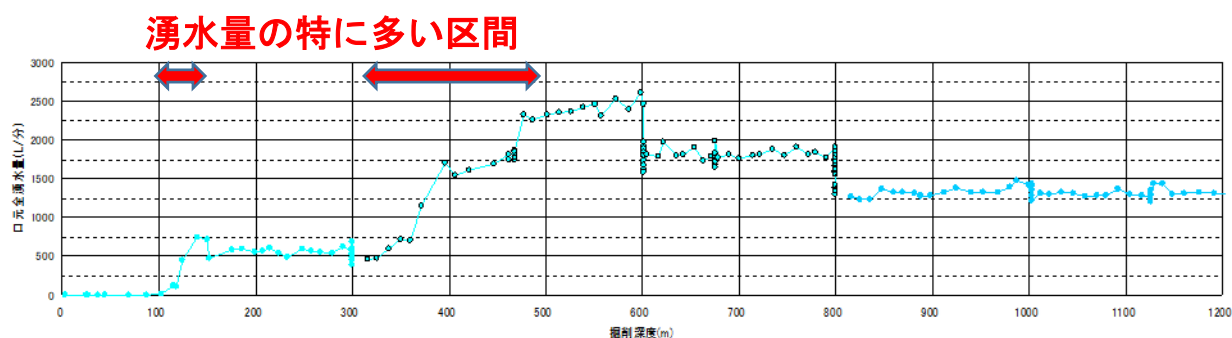


図 10 薬液注入（プレグラウト）のイメージ（断面図）

○掘削スケジュールの調整（湧水期を避けた施工の検討）

- ・今後実施する県境付近の断層帯での高速長尺先進ボーリング等の調査結果に基づいて湧水量の精査を行い、その結果によっては湧水量が特に多いと想定される区間（参考に、過去東俣から実施した斜めボーリングの結果から判断する例を図11に示す）で掘削スケジュールを調整し、湧水期をできる限り避けて施工することを検討します。
- ・例えば、湧水量が特に多いと想定される区間の先進坑の掘削は、**図13**のとおり1～3月頃をできる限り避けて行うように調整します。
- ・高速長尺先進ボーリングによる調査結果から断層帯の位置や幅のほか、断層帯の中でも湧水量が多いと想定される区間の位置や延長などを考慮のうえで、具体的な計画を策定していきます。



注1：掘削深度300m及び800mにおいて、ケーシングを設置しています

注2：掘削深度600mにおいて、夏季休暇及び濁水処理設備工事のため掘削を停止しています

図11 湧水が特に多い区間の判断例（東俣から断層帯に向けた斜めボーリング）

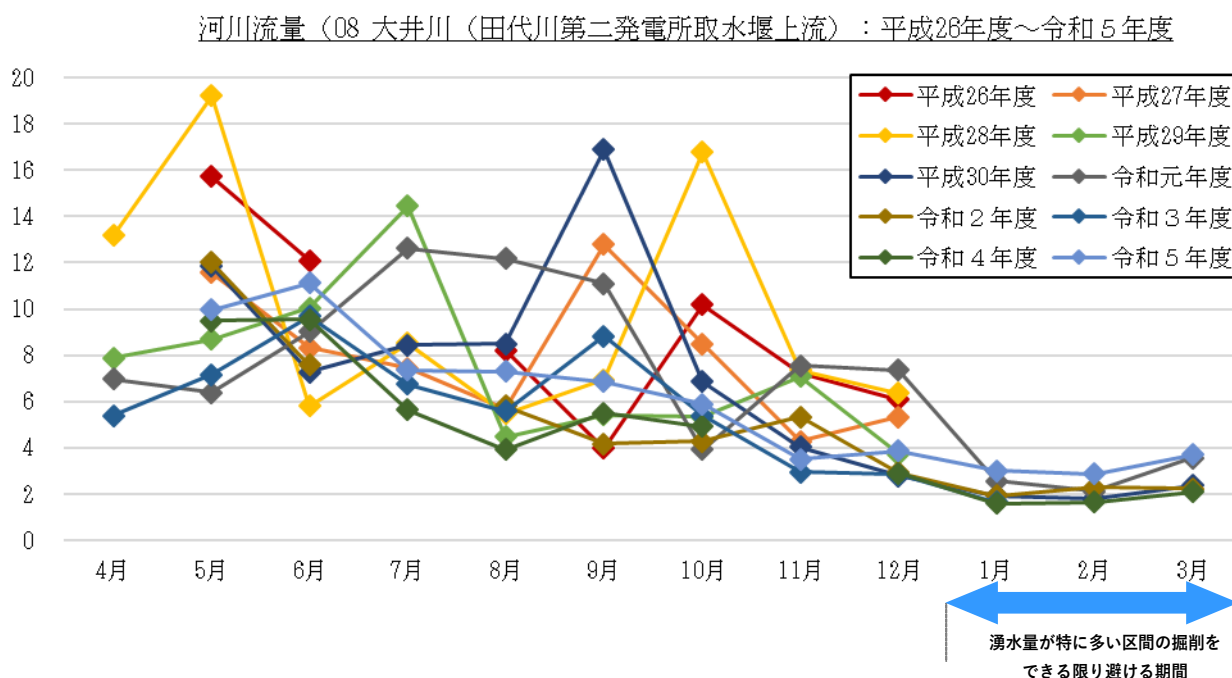


図12 掘削スケジュールの調整の例

○掘削スケジュールの調整（モニタリング結果に基づいた対応）

- ・今後実施する県境付近の断層帯での高速長尺先進ボーリング等の調査結果と合わせて、田代ダムより上流域の河川流量及び降水量等のモニタリングにより、以下の①②の兆候をとらえ、田代ダム取水抑制案で県外流出量と同量を取水抑制できないことが見込まれる場合には、トンネル掘削を一時的に中断し、掘削スケジュールを再検討します。その後、状況が回復したことを確認してからトンネル掘削を再開します。

- ① 田代ダムより上流域での降水量が著しく少なく、田代ダムより上流域での河川流量が減少する
- ② 県境付近の断層帯でのトンネル掘削で突発的な湧水が発生し、県外流出量（トンネル湧水量）が増加する

- ・例えば、図 13 とおり、モニタリングの結果から、田代ダムより上流域の降水量が過去実績と比べて少なく、河川流量が過去最低流量よりも少なく推移している場合には、専門家等にご相談の上対応を検討します。トンネル掘削が河川流量に影響を与えるまでのタイムラグも考慮のうえで、トンネル掘削時期に河川流量が少なく取水抑制するための水量が不足することが見込まれる場合には、トンネル掘削を一時的に中断し、掘削スケジュールを再検討します。

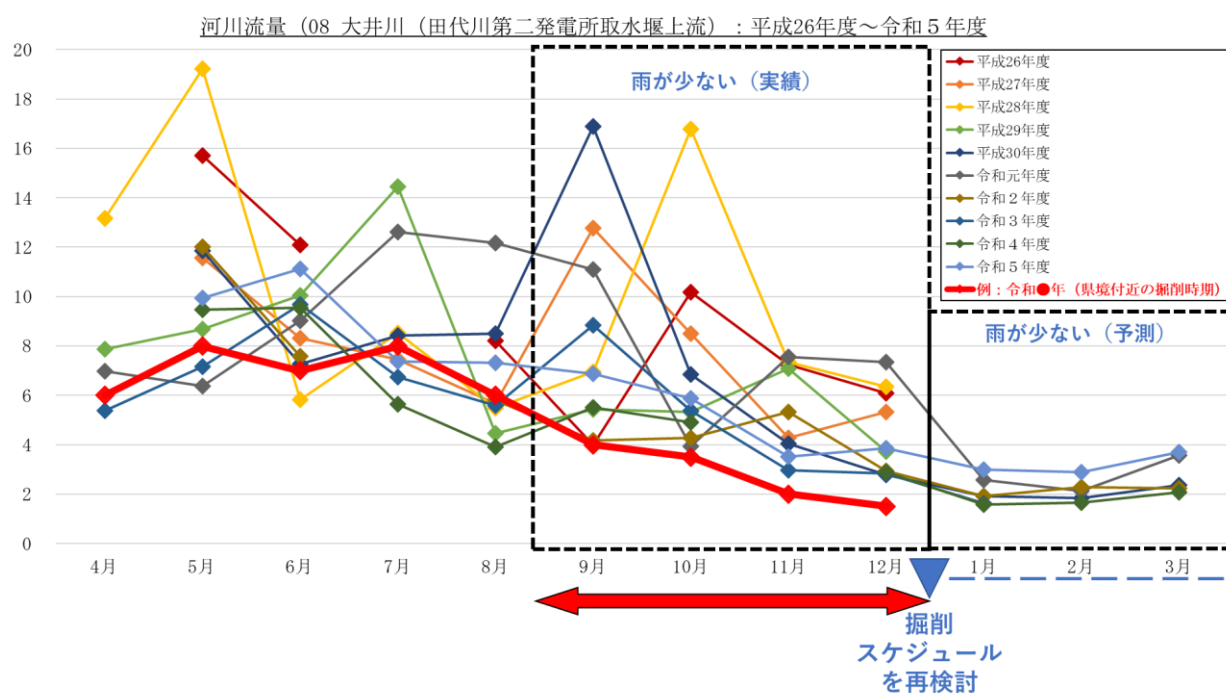


図 13 モニタリング結果に基づいた対応の例

○リスク管理の具体例（西俣川付近の断層帯の掘削）

- これまでに東俣から西北西方向に向けて実施したコアボーリング（図 14）では、図 15 のとおり、西俣川付近の断層帯の後方を主体に湧水量の増加が確認されています。
- このボーリング結果に関して、専門部会委員から、千石斜坑、導水路トンネル及び工事用道路トンネルの掘削において西俣川付近の断層と近接する際、または先進坑（千石斜坑との取付部から品川方）の掘削において西俣川付近の断層と交差する際に、大量の湧水が発生し、西俣川（田代ダムより上流側）の河川流量が減少（※）し、田代ダム取水抑制案の実施時に取水抑制するための水量が確保できないことが考えられるとのご意見を頂きました。

※工事中は、トンネル内に湧出した湧水はポンプアップを行い、千石斜坑または導水路トンネルから大井川に流します。



図 14 東俣から実施したコアボーリングの位置

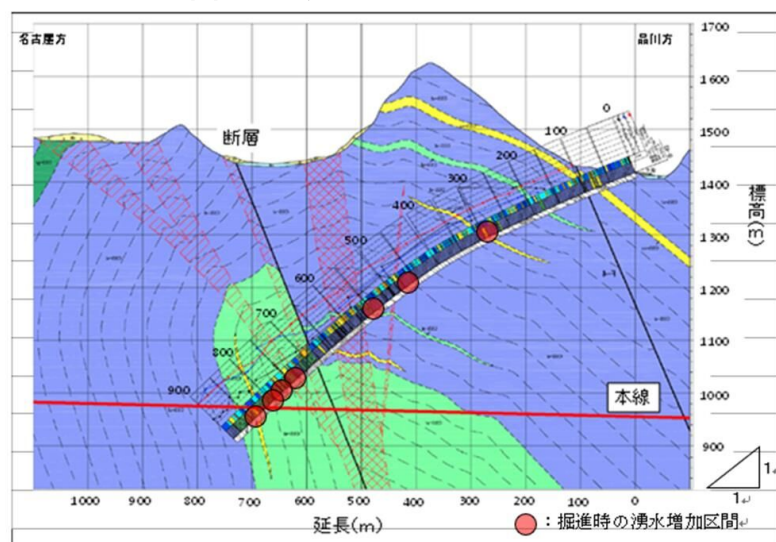


図 15 東俣から実施したコアボーリングの実施結果

- ・田代ダム取水抑制案の実施時におけるトンネル工事に伴う河川流量への影響については、「第12回地質構造・水資源専門部会 資料1」のとおり、これまでに実施した水収支解析の結果を用いて検討しておりますが、取水抑制するための水量が確保できないというリスクに対して、工事期間中の西俣川の河川流量への影響を確認するため、専門部会委員から頂いた情報も参考にしながら、今後現地調査のうえ、西俣川へ流入する沢の流量調査を実施します。また、高速長尺先進ボーリングや必要な箇所でのコアボーリングを実施し、その結果を踏まえて他の箇所で実施する湧水圧試験の結果も参考にしながら、トンネル湧水量や河川流量に関する再評価を行います。
- ・そのうえで、千石斜坑、導水路トンネル、工事用道路トンネル及び先進坑において、必要に応じ薬液注入（プレグラウト：状況によっては掘削後にポスグラウトを実施）を行ったうえで掘削を行い、トンネル湧水量の低減を図ってまいります。
- ・一方で、田代ダム取水抑制案の開始時には、図16のとおり静岡工区の先進坑が西俣川付近の断層帯と交差する箇所から品川方に一定距離のところまで掘削完了し、地質や湧水の状況を把握できていることから、取水抑制するための水量が不足する不確実性への対応として、「掘削スケジュールの調整（モニタリング結果に基づいた対応）」を実施するなど、リスク管理を実施してまいります。

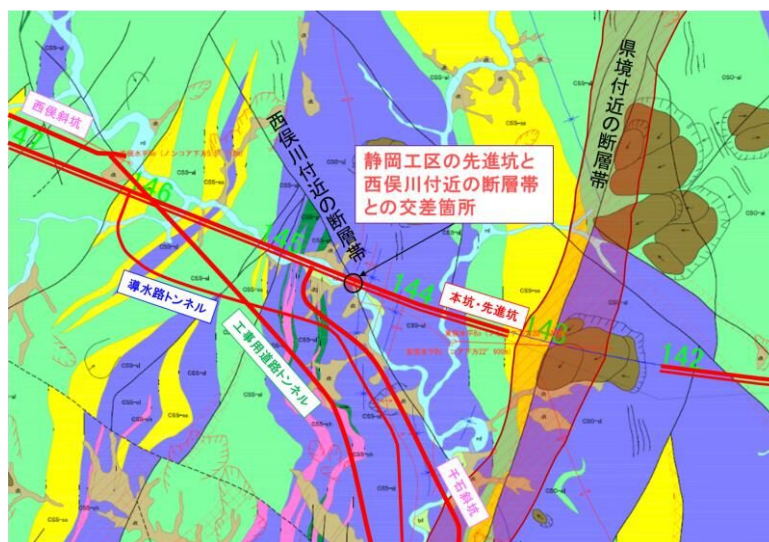


図 16 田代ダム取水抑制案の開始時の掘削状況（想定）

3) 突発湧水など不測の事態への対応（連絡・協議体制など）

- ・突発湧水など不測の事態が発生した場合は、静岡工事事務所から関係者へ速報します。具体的な連絡先・連絡方法としては、図 17 のとおり静岡県、静岡市や大井川利水関係協議会の構成員の皆様へメールや電話等で速報することなどを考えています。なお、夜間に突発湧水など不測の事態が発生した場合の速報については、静岡県等とご相談のうえ決めてまいります。
- ・対応については、決まり次第速やかに大井川利水関係協議会へ報告いたします。なお、必要に応じて対応の内容を静岡県と協議する場合がありますが、その際には協議の結果についても、大井川利水関係協議会へ報告いたします。
- ・速報等を行った内容については、J R 東海のホームページで公表することも検討してまいります。

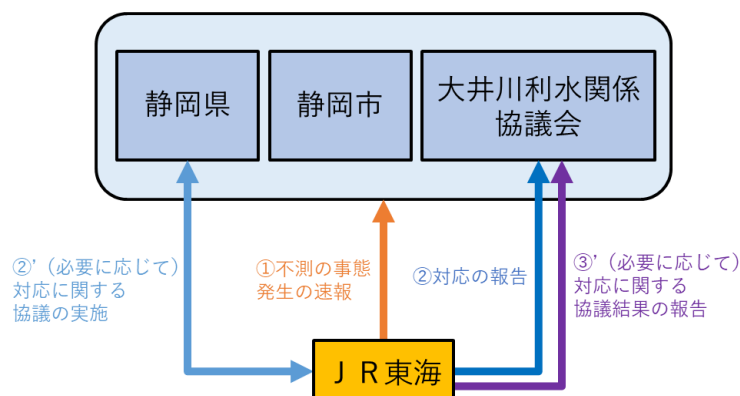


図 17 不測の事態が発生した場合の連絡・協議体制（イメージ）

- ・突発湧水など不測の事態が発生し、田代ダム取水抑制案で県外流出量と同量を取水抑制できないことが見込まれる場合には、「1）取水抑制できない状態が継続する場合の対応」を基本に対応します。

(3) ポンプアップ、導水路トンネルによりトンネル湧水を大井川に戻す方策におけるリスク対応

- ・南アルプストンネルの静岡県内におけるトンネル湧水は、導水路トンネルを経由した自然流下とポンプ設備による揚水（以下、ポンプアップ）により、将来にわたり安定的かつ恒久的に大井川へ流します。
- ・本坑、先進坑、斜坑をあわせたトンネル湧水の上限値を $3 \text{ m}^3/\text{秒}$ とし、これに対応可能なポンプと釜場を設置します。
- ・図 18 に工事完了後の釜場とポンプ配置図を示します。本坑・先進坑の一部及び千石斜坑の一部は、ポンプアップにより導水路トンネルに導水のうえ、大井川へ流します。

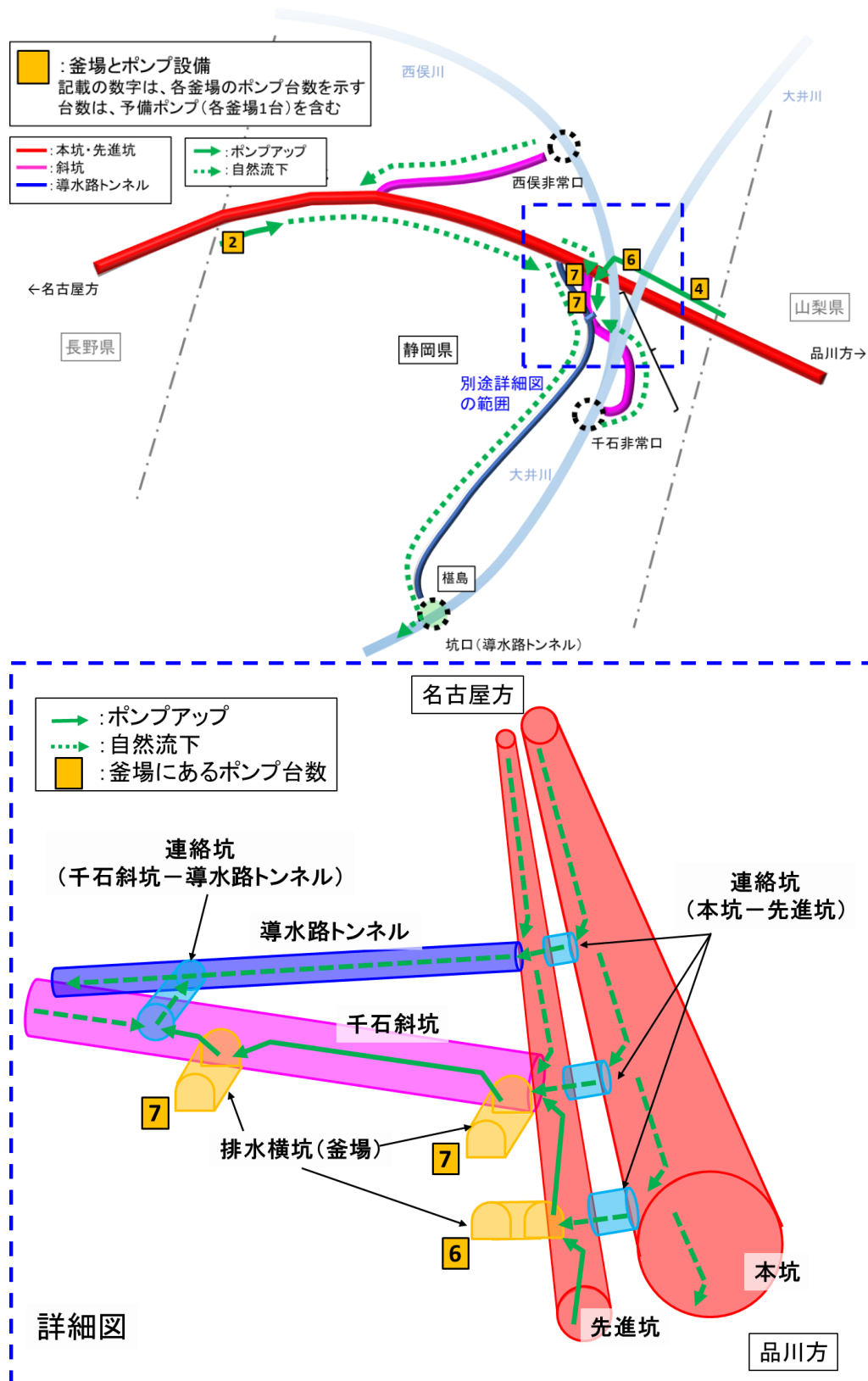


図 18 釜場とポンプ配置図（工事完了後）

- ・ 工事中は、導水路トンネル完成までの間、本坑・先進坑、西俣斜坑及び千石斜坑のトンネル湧水を、斜坑や先進坑内に建設した釜場内にポンプを設置して揚水し、西俣非常口から西俣川へ、千石非常口から大井川へ流します。

- ・導水路トンネル完成後は、千石斜坑から掘り進める区間のトンネル湧水は導水路トンネルに流れます。西俣斜坑から掘り進める先進坑と千石斜坑から掘り進める先進坑が繋がるまでは、西俣側の湧水は西俣非常口から西俣川へ流します。(図 19)

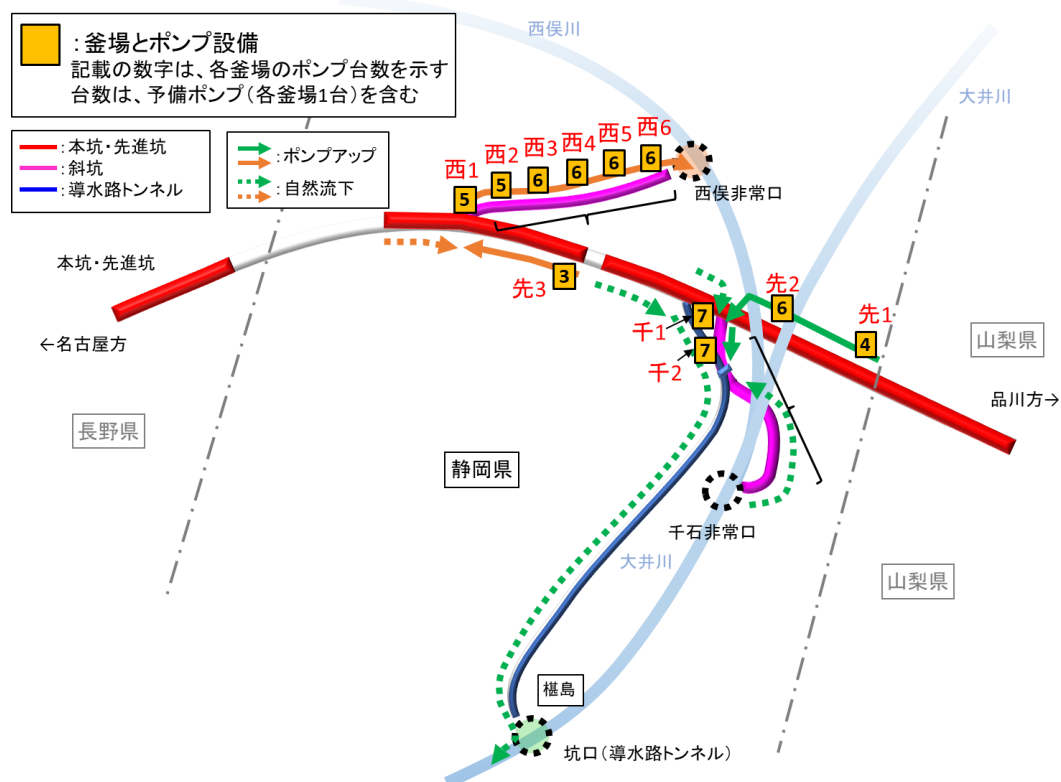


図 19 釜場とポンプ配置図（西俣非常口～導水路トンネル間の貫通直前）

- ・釜場の設備容量を決定するための計算について、西俣斜坑と本坑接続部の釜場を例として示します。
- ・なお、計算にあたっては、西俣斜坑と本坑接続部の釜場に集まるトンネル湧水が最大となる場面として、西俣非常口から掘削した品川方への先進坑が千石側と貫通する直前を想定します。
- ・西俣斜坑と本坑接続部の釜場には、本坑・先進坑の長野方で発生する湧水：約 $0.3 \text{ m}^3/\text{秒}$ 、西俣斜坑で発生する湧水：約 $0.2 \text{ m}^3/\text{秒}$ の 6 分の 1（西俣斜坑の釜場は 6 ヶ所あるため、西俣斜坑と本坑接続部の釜場が受け持つ湧水量は西俣斜坑全体の 6 分の 1 となる）が流れ込むこととなり、30 分間における総量は、 $(0.3 + 0.2 \times 1/6) \times 1,800 \text{ 秒} = 600 \text{ m}^3$ となります。各工事段階の容量を上記の計算で算出した結果、この 600 m^3 が、当該釜場における停電時の最大の容量となります。
- ・約 600 m^3 の容量を持つ釜場とは、例えば奥行約 30 m × 幅約 7 m × 深さ約 3 m の規模であり、釜場を設置するトンネル断面は、高さ約 8 m 、幅約 11 m の規模を計画しています。
- ・このような計算を各釜場において行い、必要な設備容量を決定します。図 19 に示した各釜場の必要な設備容量を表 3 に示します。

表 3 釜場に必要な設備容量

西俣斜坑

	西1	西2	西3	西4	西5	西6
必要な設備容量(m3)	600	120	120	120	120	120

千石斜坑

	千1	千2
必要な設備容量(m3)	396	306

本坑・先進坑

	先1	先2	先3
必要な設備容量(m3)	630	720	540

- ・ポンプアップ、導水路トンネルによりトンネル湧水を大井川に戻す方策におけるリスク管理フローを図 20 にお示しします。
- ・リスク管理フローは、静岡工区の西俣斜坑、千石斜坑の掘削工事を開始してから、静岡工区の先進坑及び本坑の掘削工事中、工事完了後の期間を対象としています。
- ・ポンプアップ、導水路トンネルによりトンネル湧水を大井川に戻す方策におけるリスク対応については、表 4 のリスクマトリクス、図 21 のリスクマップとして整理いたしました。

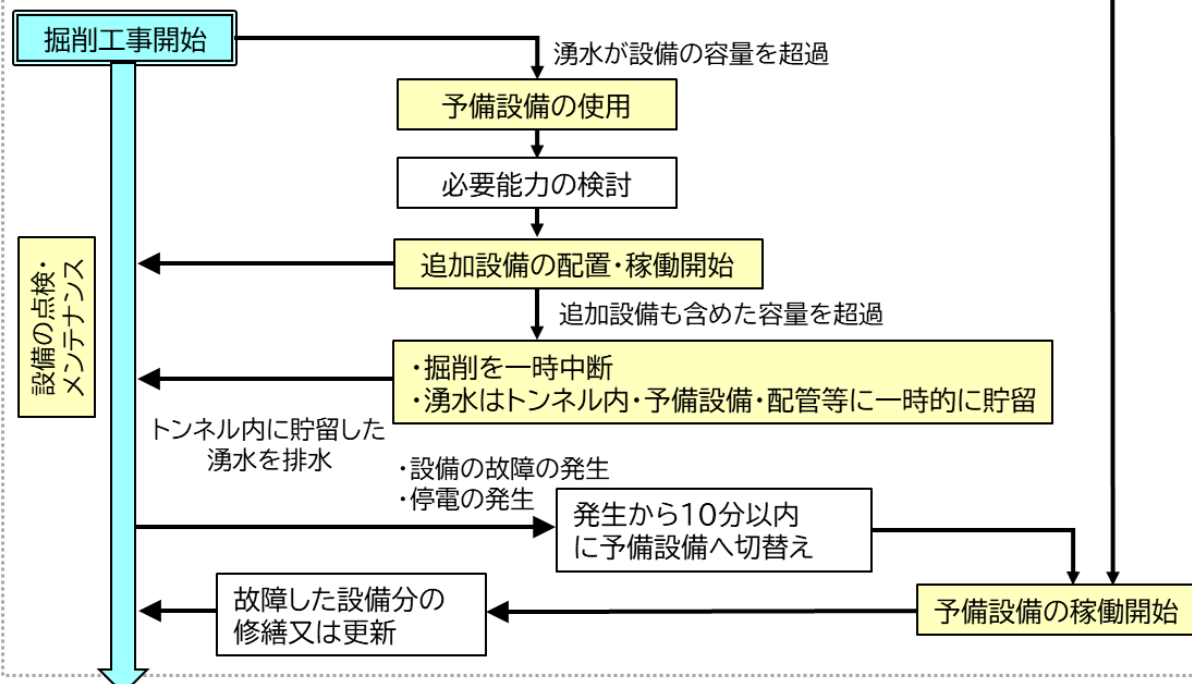
【工事前】

水収支解析を踏まえた設備計画(本坑、先進坑、斜坑)
 ・湧水量の上限値を $3\text{m}^3/\text{s}$ に設定(工事中の最大ケースに応じて、各釜場の容量を決定)
 ・停電時に全ての釜場で予測湧水量を30分間貯められる容量を確保

予備設備(電源・ポンプ・処理設備)
の確保

【工事中】

工事の段階、高速長尺先進ボーリング等の結果に応じた設備計画の更新
 ・各設備(ポンプ・処理設備)の設置数を決定
 ・必要に応じて湧水量の予測を更新



【工事完了後】

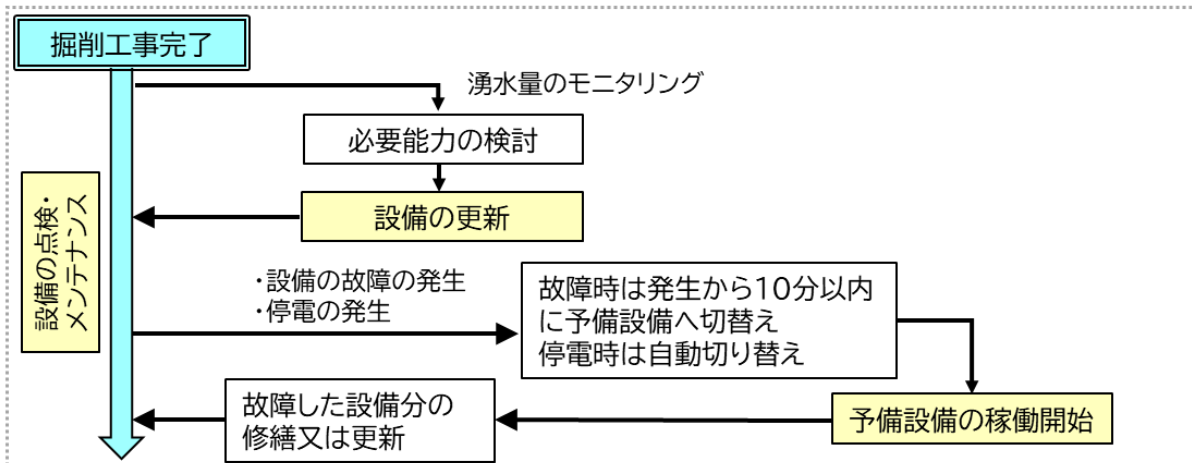


図 20 ポンプアップ、導水路トンネルによりトンネル湧水を大井川に戻す方策におけるリスク管理フロー

表 4 ポンプアップ、導水路トンネルにより湧水を戻す際のリスクマトリクス

事象 トリガー	要因 インパクト・エレメント	被害・障害 リスク	監視・観測 モニタリング	対策 カウンター
地震等による災害、 経年劣化等で設備 の不具合が発生す る	ポンプ設備の停電	トンネル湧水をポ ンプアップできない (量的に戻せない)	ポンプ設備の稼働 状況の確認	予備電源の確保
	ポンプの故障			予備ポンプの確保
	ポンプ設備(釜場・ 送水管など)の損 傷・故障	大井川へ戻す量が 減少し中下流域の 河川流量が減少す る	トンネル湧水量と 大井川に戻す水量 を各ポイントで測 定	ポンプ設備の点検 ・メンテナンス (清掃、修理)
	処理設備の停電	トンネル湧水の濁 りや自然由来の重 金属等※1が除去 できない(質的に戻 せない)	処理設備の稼働状 況の確認	予備電源の確保
	処理設備(処理設 備内のポンプ・ポン プのホース・計器 など)の故障・破裂	上流域、中下流域 の河川及び中下流 域の地下水の水質 へ影響を及ぼす	放流前の水質測定 (自然由来の重金 属等※1、pH、SSを 基本項目とする) 放流先河川の水質 測定(自然由来の 重金属等※1、pH、 SSを基本項目とす る)	予備設備の確保
突発湧水によりト ンネル湧水量が増 加する	ポンプの容量不足	トンネル湧水をポ ンプアップできない (量的に戻せない) 大井川へ戻す量が 減少し中下流域の 河川流量が減少す る	トンネル湧水量と 大井川に戻す水量 を各ポイントで測 定	予備ポンプの使用
	処理設備の能力不 足(処理設備の容 量超過など)	トンネル湧水の濁 りや自然由来の重 金属等※1が除去 できない(質的に戻 せない) 上流域、中下流域 の河川及び中下流 域の地下水の水質 へ影響を及ぼす	放流水の水質測定 (自然由来の重金 属等※1、pH、SSを 基本項目とする) 放流先河川の水質 測定(自然由来の 重金属等※1、pH、 SSを基本項目とす る)	処理設備の増強、 予備設備の使用 (なお、処理設備の 容量を超過した場 合、掘削を一時中 断し、湧水を予備 設備やトンネル内 配管に一時的に貯 留を検討)

※1 カドミウム、六価クロム、水銀、セレン、鉛、ひ素、ふっ素、ほう素

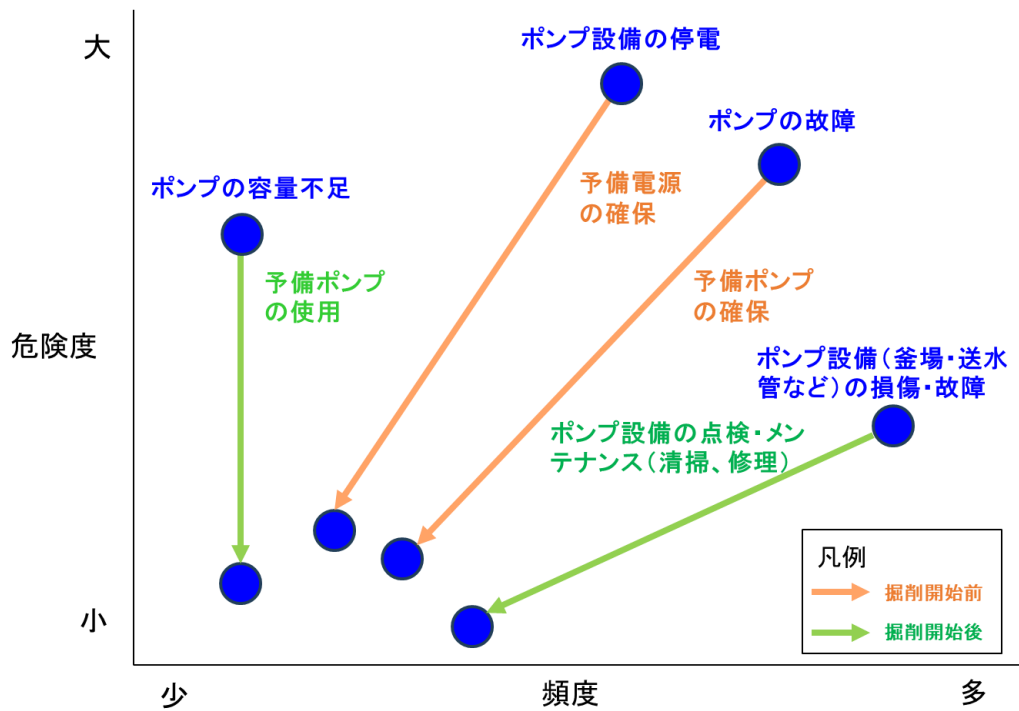


図 21-1 ポンプアップ、導水路トンネルにより湧水を戻す際のリスクマップ
(量的に戻せないリスク)

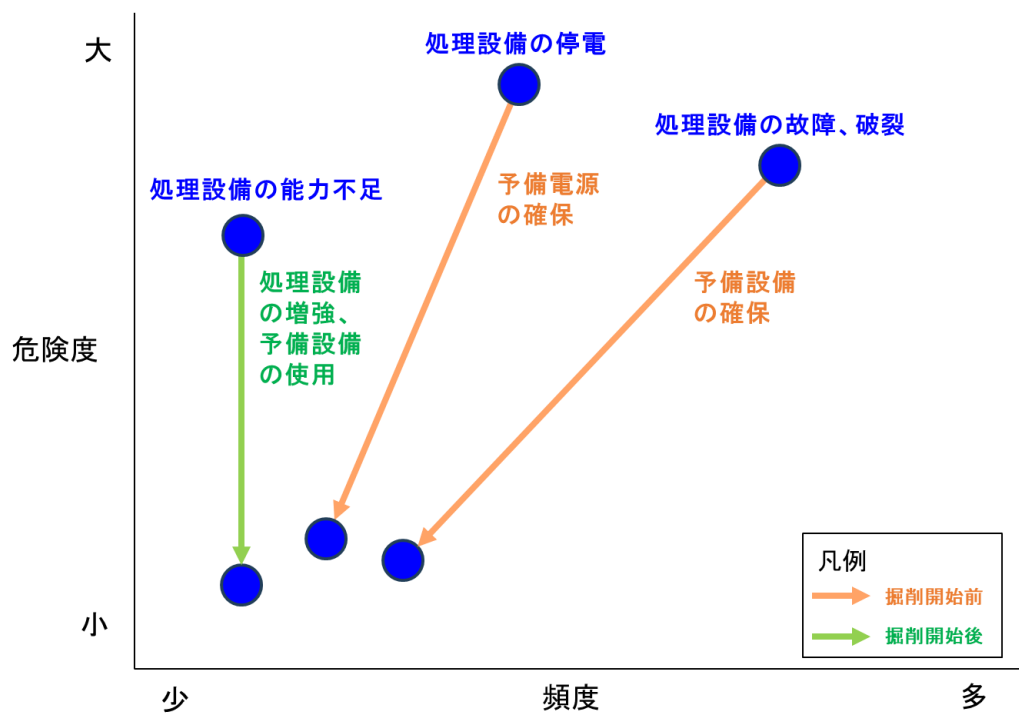


図 21-2 ポンプアップ、導水路トンネルにより湧水を戻す際のリスクマップ
(質的に戻せないリスク)

ポンプアップ、導水路トンネルによりトンネル湧水を大井川に戻す方策におけるリスク対応として、予備設備（電源、ポンプ、処理設備）の確保・使用、ポンプ設備の点検・メンテナンス、処理設備の増強などを実施します。対応の具体的な内容については、現地でのトンネル掘削までにさらに検討を深め、静岡県等や専門家に報告してまいります。

○予備電源の確保

- ・予備電源について、工事中においては、停電した場合１０分以内に予備電源（非常用発電機）の電源に切替えます。
- ・また工事完了後においては、列車運行用に使用するＪＲ東海の変電所からポンプに電力を安定的に供給することとしており、変電所の受電は二重系としていることや隣の変電所から電力を供給できることから停電が起きにくいようになりますが、万が一停電した場合には１０分以内にバックアップの電源に切り替わります。

○予備ポンプの確保・使用

- ・予備ポンプについては、掘削開始前に高速長尺先進ボーリング等により前方の湧水の状況を確認し、その結果により、水収支解析を超えるようなトンネル湧水が想定される場合は、予備の大型ポンプ（図２２）に加えて、想定される湧水量に応じてポンプを増備します。
- ・高速長尺先進ボーリングで湧水の状況を確認してから、斜坑または先進坑を掘削するまでには最短でも半月程度の時間差があり、予備の大型ポンプは予め資材ヤード等にストックしておくため、この間に増備することが可能と考えています。

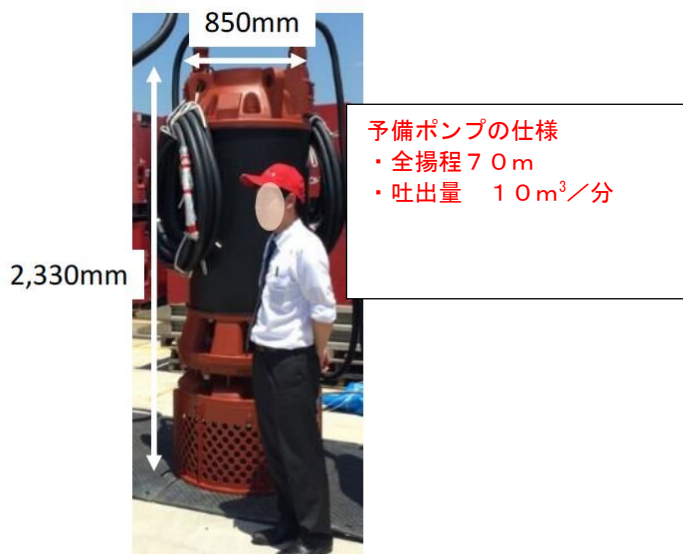


図 22 予備ポンプ（イメージ）

- ・予備ポンプを使用した場合の評価については、西俣斜坑と本坑接続部の釜場において、釜場の容量の半分を使用している状態で図 2 3 及び図 2 4 の通り①想定する湧水量が上回る場合、②停電を併発した場合(予備電源への切替時間として10分間を想定)の2つのケースについて実施しています。

図 2 3 予備ポンプの検討

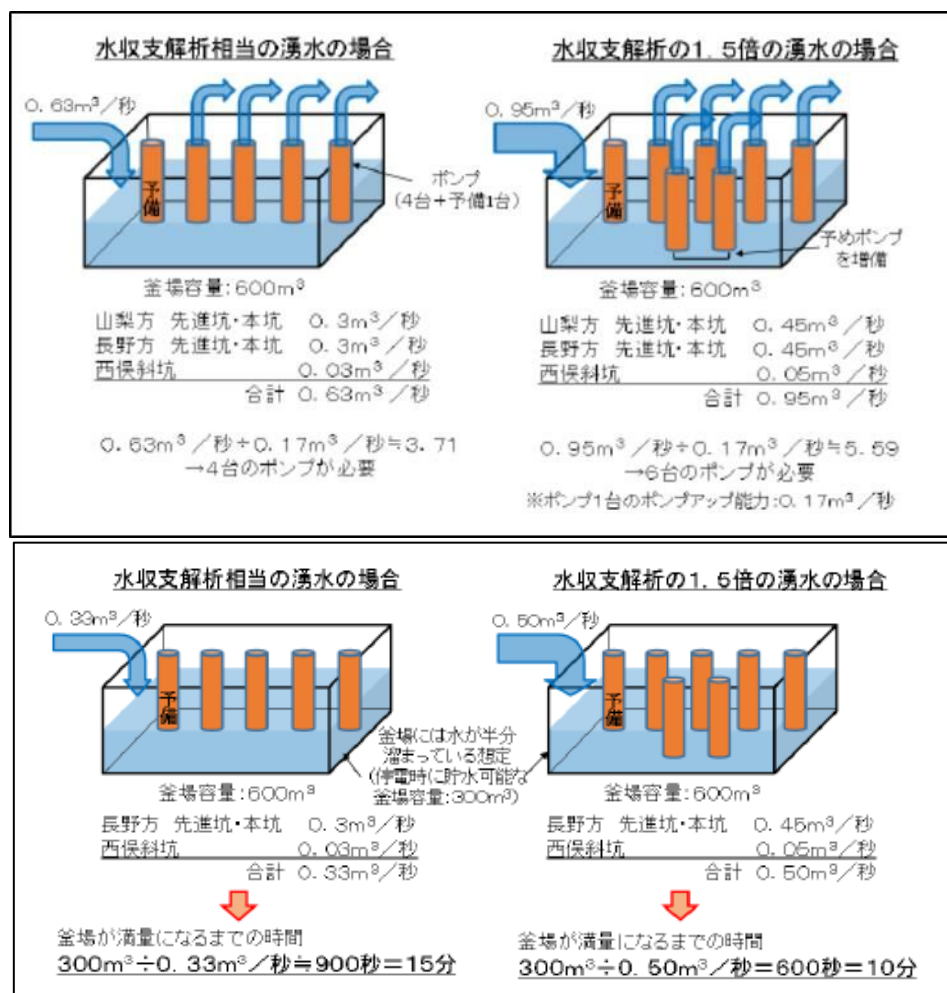


図 2 4 予備ポンプの検討 (停電時)

○ポンプ設備の点検・メンテナンス

- ・工事中は、ポンプ設備(ポンプ本体、電源設備、送水管等)を定期的に点検します。また、点検時にあわせて清掃や修理等のメンテナンスを行います。
- ・工事完了後は、河川管理施設として揚水機場に適用される国の指針等を参考に、釜場を含めて定期的に点検を実施します。なお、ポンプの定期点検時には、予備のポンプを稼働させながら実施します。

○処理設備の増強、予備設備の確保・使用

- ・掘削工事開始時は、図 25 のとおり各坑口ヤードに処理設備を設置します。
- ・処理設備の概要と処理のフロー（イメージ）を図 26 に示します。
- ・掘削工事中は、高速長尺先進ボーリング等により前方の湧水の状況を把握し、想定される湧水量に応じて、処理設備の設置数等の検討を行い、必要により、トンネル坑内等に処理設備を追加で設置するなど体制を構築します。

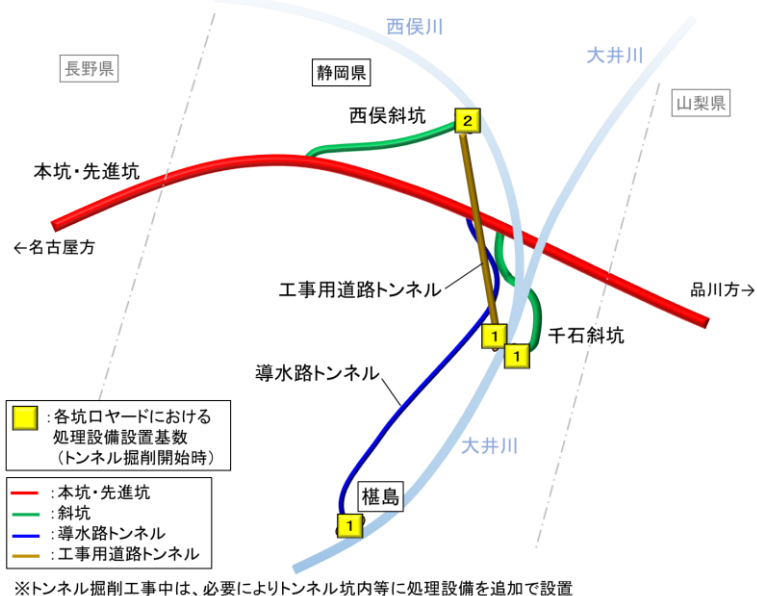


図 25 各坑口ヤードにおける処理設備設置計画（トンネル掘削開始時）

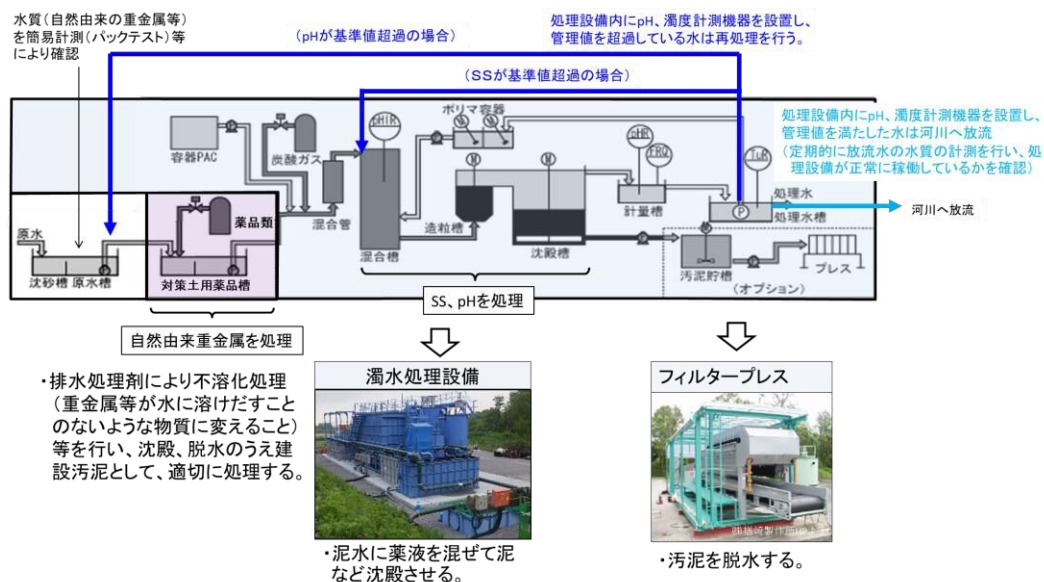


図 26 処理設備における処理フロー（イメージ）

- ・処理設備は各坑口ヤードに設置するほか、トンネル坑内を利用して分散して配置することにより、必要な設備を設置することが可能であることを確認しています。また、各坑口ヤード等には予備の処理設備を用意しておきます。
- ・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過した場合には、掘削を一時中断し、静岡県等へ速やかに連絡します。この場合には、河川の水質への影響のほか、水温への影響も考慮し、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滞留させることも検討します。
- ・その後、速やかに河川の水質や水温の調査を行い、その結果を関係者へ連絡します。また、更なる設備容量の増強等を実施します。
- ・トンネル湧水の水温及び濁り（SS）については、現在、生物多様性に関する対話項目において、河川の水生生物に及ぼす影響を低減する措置等を検討中であり、モニタリングや環境保全措置の内容を定めた時点でリスク対策に反映していきます。
- ・なお、突発湧水や岩盤崩落など工事の安全に関わるリスクや対策については、必要に応じて、静岡県等へ情報提供していくことを考えています。