

## 順応的管理のシナリオについて（案）

<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

### II 生物多様性編

#### 2 沢の流量変化

- (5) モニタリング（トンネル湧水・沢の流量）の具体的な手法（沢の物理的環境に応じた生息・生育地のセグメント設定等）
- (6) 突発的な事態への対策(リスク管理)

#### 3 回避・低減措置及び代償措置

- (1) 薬液注入による自然環境への影響の把握方法、具体的なリスク管理
- ((3) 生物への影響を予測し、「損なわれる環境の『量』と『質』を評価」した上での、「それに見合う新たな環境の創出」等の環境保全措置)

令和6年8月  
東海旅客鉄道株式会社

## 目 次

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| (1) 基本的な考え方の整理 .....      | 1   |
| (2) 順応的管理のシナリオ案について ..... | 2   |
| 1) 包括的目標の設定 .....         | 2   |
| 2) 具体的な行動計画 .....         | 2   |
| 3) 管理フロー .....            | 2 1 |
| <b>【巻末資料】</b> .....       | 2 3 |

## (1) 基本的な考え方の整理

- ・順応的管理について、2024年4月12日の静岡県中央新幹線環境保全連絡会議第12回生物多様性部会専門部会にて、「順応的管理を進めるうえで、事業に対してどのように枠組みを作っていくのかを考える必要がある」、「事前に、“この場合はこの措置をする、別の場合はこの措置をする”ということを決めておく必要がある」、「順応的管理は予め方向性を定め、皆が納得してはじめてましようとならないとはじめられないものである。まずはどこに向かって歩きはじめるのかを示す必要がある」、「代償措置をどのようにプログラムしていくかを抜きに順応的管理はできない」等、順応的管理のシナリオ作成に関するご意見を頂きました。
- ・ご意見を踏まえ、国土交通省港湾局監修の「順応的管理による海辺の自然再生」<sup>1</sup>を参考に順応的管理のシナリオ（案）を作成しました。
- ・順応的管理のシナリオの概要を図1に示します。
- ・まず、工事着手前に、関係者が共通の認識を持ち、当社が貢献していく目標である「1. 包括的目標」を設定し、そのうえで包括的目標を達成するために具体的に実施する「2. 具体的な行動計画」を策定します。
- ・次に、「2. 具体的な行動計画」が適切に実行されているかどうかを確認するために必要な確認項目や判断基準を整理した「3. 管理フロー」を策定します。
- ・以降、順応的管理のシナリオ案を説明します。

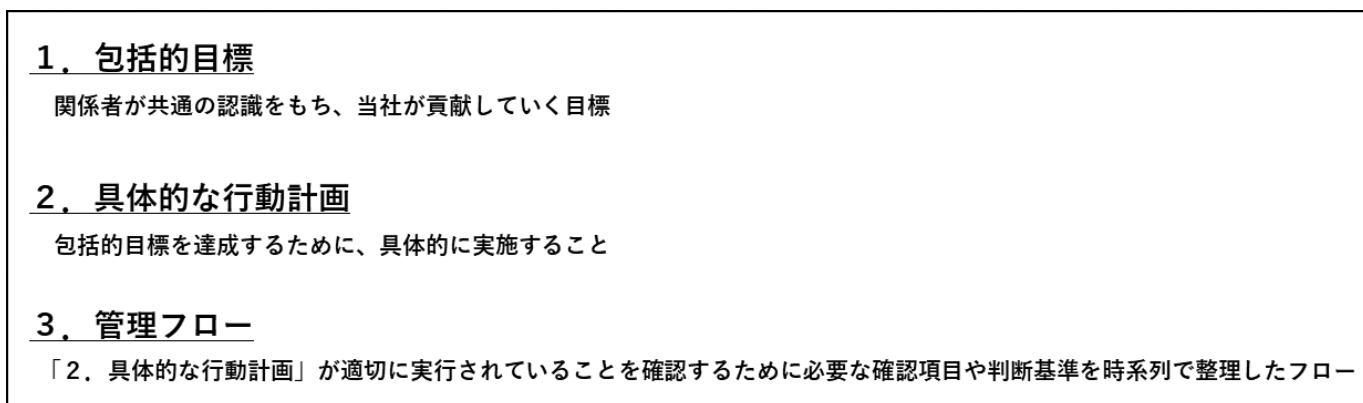


図 1 順応的管理のシナリオの概要

<sup>1</sup> 順応的管理による海辺の自然再生、国土交通省港湾局監修・海の自然再生ワーキンググループ著、平成19年3月

## (2) 順応的管理のシナリオ案について

### 1) 包括的目標の設定

- ・包括的目標は、関係者が共通の認識をもち、当社が貢献していく目標です。
- ・専門部会委員からの意見を踏まえ、静岡県内の南アルプストンネル工事における包括的目標は、「南アルプスの貴重な自然を将来へ繋ぎ、生態系の回復や再生を通じた新たな生物生息・生育環境を創出する」とすることを考えています。

### 2) 具体的な行動計画

- ・具体的な行動計画は、包括的目標を達成するために、具体的に実施することです。
- ・静岡県内の南アルプストンネル工事における具体的な行動計画は、①トンネル掘削に伴う自然環境への影響を小さくするために回避・低減措置を講じる、②影響により損なわれる南アルプスの自然環境と同等以上の代償措置を実施する、とすることを考えています。
- ・具体的な行動計画を実行していくために、まずは、工事着手前の段階においては、事前に、現時点で想定できる影響<sup>2</sup>を予測し、事前に予測した影響により損なわれると想定される南アルプスの自然環境と同等以上の代償措置を検討します。

#### a) 現時点で想定されるトンネル掘削に伴う影響について

- ・想定される影響の対象としては、以下の6つが考えられます。
- A. トンネル掘削に伴う地下水位変化による沢等の水生生物や沢水等に依存する植物等への影響（以下、「沢の水生生物等への影響」という）
- B. トンネル掘削に伴う地下水位変化による稜線部やカール部における高山植物への影響（以下、「稜線部やカール部における高山植物への影響」という）
- C. トンネル掘削に伴う地下水位変化による高標高部の湧き水への影響（以下、「高標高部の湧き水への影響」という）
- D. 作業ヤードのトンネル湧水の放流に伴う水質（SS）変化による底生動物への影響（以下、「トンネル湧水の放流に伴う水質（SS）変化による底生動物への影響」という）

---

<sup>2</sup> 代償措置の検討を実施するために工事着手前の事前の検討段階で影響を予測する際には、回避・低減措置のうち、効果に不確実性がある措置については、効果が見込まれない場合を想定して予測します。

E. 作業ヤードのトンネル湧水の放流に伴う水温変化による底生動物への影響（以下、トンネル湧水の放流に伴う水温変化による底生動物への影響という）

F. 地上改変による植生等への影響

・それぞれの影響については、国土交通省リニア中央新幹線静岡工区有識者会議での議論を踏まえ、以下の通り、予測しています。

ー「A. 沢の水生生物等への影響」については、上流域モデル<sup>3</sup>によるトンネル掘削に伴う沢の流量変化の予測結果から、流域に主要な断層を含む沢のうち、流域内で主要な断層とトンネルが交差するような沢において時間とともに流量が減少する傾向が想定され、このような沢では、伏流延長の増加や生息場の質や量の変化を通じて、魚類、底生動物、生育環境が河川水辺と関係がある植物など、沢水に依存する種の生息・生育状況に影響を与える可能性があります。また、水際の水位が低下することにより、河道内や河岸に湧出する湧水量の減少、河岸や窪地の湿地の乾燥を通じて、水生生物や河岸周辺の陸生生物の生息状況、植生に影響を与える可能性があります。（関連資料：トンネル掘削による南アルプスの環境への影響の回避・低減に向けた取組み【本編】<sup>4</sup>P3-71）。

ー「B. 稜線部やカール部における高山植物への影響」については、ボーリング調査、稜線部・カール部での掘削調査や電気探査、これらの調査結果を踏まえたシミュレーションの結果から、高山植物が水分を吸い上げているA層、B層への水分の主な供給経路は、地下深部の地下水ではないと考えられ、トンネル掘削に伴う地下深部の地下水位変化によって高標高部の植生の生育状況には影響が及ばないと予測しています（関連資料：トンネル掘削による南アルプスの環境への影響の回避・低減に向けた取組み【本編】P4-41）。

ー「C. 高標高部の湧き水への影響」については、湧き水の化学的な成分分析、微地形に関する調査の結果から、高標高部の湧き水は深部の地下水との関連性は低いと考えられ、トンネル掘削により地下水位が低下しても、高標高部の湧き水に影響が及ぶ可能性は低いと予測しています（関連資料：トンネル掘削による南アルプスの環境への影響の回避・低減に向けた取組み【本編】P4-75）。なお、静岡市中央新幹線建設事業影響評価協議会での議論を踏まえ、トンネル掘削により影響を及ぼす可能

<sup>3</sup> 国土交通省 リニア中央新幹線静岡工区有識者会議（環境保全）において、大井川上流域の沢の影響分析という目的のもと、新たに作成したGETFLOWSによる解析モデル

<sup>4</sup> 国土交通省リニア中央新幹線静岡工区有識者会議（環境保全）での議論を踏まえ、令和5年12月にJR東海がとりまとめた資料

性のある地下水の水位が、当該湧き水の湧出点よりも標高が高く、この地下水が局所的な水みちを通り地表へ湧出している場合には、トンネル掘削によって当該湧き水へ影響を及ぼす可能性を否定することはできないため、2024年夏季より、湧き水の量のモニタリングを実施することを考えています。今後、登山者等に配慮したうえで、常時計測が可能な箇所や方法を確認、検討致します。また、今後計測することを考えている千枚小屋南側の湧き水の量と千枚小屋付近に設置した雨量計で計測している降水量との応答関係を考察すること等により、千枚小屋南側の湧き水の起源の考察を深めてまいります。

- －「D. トンネル湧水の放流に伴う水質（SS）変化による底生動物への影響」については、南アルプストンネル（山梨工区）早川非常口（坑口）における濁水処理設備内で計測した処理後日別最大値の年間平均値を使用し、河川におけるSSを予測した結果では、文献<sup>5</sup>に記載されている底生動物の無被害濁度と照らしても、小さい値に収まっています（関連資料：トンネル掘削による南アルプスの環境への影響の回避・低減に向けた取組み【本編】P5-11）。
- －「E. トンネル湧水の放流に伴う水温変化による底生動物への影響」については、実際のトンネルの湧水量や水温次第では、冬季の水温上昇が底生動物の生活史へ影響を与える可能性があります（関連資料：トンネル掘削による南アルプスの環境への影響の回避・低減に向けた取組み【本編】P5-41）。
- －「F. 地上改変による植生等への影響」については、環境影響評価手続きにおいて、静岡県内の発生土置き場候補地及び工事施工ヤードに関して、重要な植物及び群落に係る調査、予測及び評価、環境保全措置の検討を行っています。具体的には、改変の可能性のある範囲及びその周囲において、維管束植物に係る植物相、植生及び植物群落の調査を実施し、重要な種、群落の生育地の改変の程度及び周辺に分布する同質な生育環境等と予測対象種・群落の主な生育環境との重ね合わせを実施することなどにより、影響予測を行いました。影響予測の結果、一部の種は生育環境が保全されない又は保全されない可能性があります。（関連資料：トンネル掘削による南アルプスの環境への影響の回避・低減に向けた取組み【本編】P5-69）。

---

<sup>5</sup> 河川の生態学、沼田真監修、水野信彦・御勢久右衛門共著、築地書館、1993. 4. 1（大滝ダム建設の底生動物に及ぼす影響調査報告書、御勢久右衛門、防災研究協会、1967より）

## b) トンネル掘削に伴う影響に対する回避・低減措置について

- ・トンネル掘削に伴う自然環境への影響を小さくするため、以下の回避・低減措置を実施します<sup>6</sup>。

### A. 沢の水生生物等への影響に関する環境保全措置

- ・沢の流量減少を低減させるための工法としては、現地の施工条件等からトンネルと主要な断層の交差部における薬液注入を考えています。
- ・上流域モデルによる沢の流量変化を分析した結果、トンネルと主要な断層の交差部における薬液注入は、沢の流量減少量を低減する効果があることを確認しました。
- ・そこで、流量減少が予測される沢については、トンネルと主要な断層の交差部において、薬液注入を実施することを考えています。なお、トンネルと主要な断層の交差部における薬液注入は、本流河川の流量減少に対する低減措置としても効果があると考えています。
- ・薬液注入の方式として、まずはトンネル掘削に先立ちトンネル前方に注入するプレグラウト方式を考えています。
- ・沢の流量減少への事前の対策であるプレグラウト方式の実施に際しての薬液注入フローを以下及び図 2 に示します。
- ・まず、薬液注入を実施する地盤に対してボーリング調査を実施し、地質や湧水の状況を確認します。薬液注入を実施する箇所での透水性を確認するため、注水による岩盤の透水試験 (JGS1322)<sup>7</sup> やルジオン試験 (JGS1323)<sup>8</sup> などを参考に、現地の状況に合わせた試験を実施のうえ、薬液注入を行う前の透水係数を確認します。
- ・地質や湧水の状況を確認した結果を踏まえて、薬液注入の設計を行います。改良目標透水係数、薬液注入の方式、注入材料、注入範囲、注入率 (注入量)、注入孔間隔・配置、注入孔本数、削孔・注入長、注入圧・注入速度、注入順序等を決定します。
- ・設計に基づき 1 次孔削孔を行い、薬液注入を実施します。薬液注入実施後には、効果を確認するため、薬液注入を実施した箇所へのチェックボーリングを行います。チェックボーリングでは、注入前と同様に、透水性を確認する試験を行い、透水係数を確認します。

<sup>6</sup> 「B. 稜線部やカール部における高山植物への影響」と「C. 高標高部の湧き水への影響」については、影響が確認された場合には、代償措置を検討します。

<sup>7</sup> 注水による岩盤の透水試験 (JGS1322) : ボーリング孔内をパッカーにより任意の試験区間に区切り、試験区間内の有効注水圧力を段階的に上昇させながら注水し、その定常時の注水流量から透水係数を求める試験。

<sup>8</sup> ルジオン試験 (JGS1323) : ボーリング孔内をパッカーで区切った試験区間内に一定圧力で注水し、圧力と注水量から透水性を求める試験。

- ・確認の結果、設計時に定めた改良目標透水係数<sup>9</sup>と同程度まで透水性が改良された場合には、当該箇所の掘削を実施します。
- ・改良目標透水係数まで改良されていない場合には、2次孔削孔を実施し、改良目標透水係数となるまで繰り返し薬液注入を実施します。
- ・薬液注入を繰り返し実施したものの改良目標透水係数まで改良できなかった場合には、予測<sup>10</sup>の前提とした透水係数と比較し透水係数が同等以下であるかを確認します。
- ・目標透水係数と同等以下であれば、トンネル掘削を実施し、予測の前提とした透水係数より大きければ、予測の見直しを行い、その結果に応じて代償措置の見直しを実施します<sup>11</sup>。
- ・また、トンネル掘削の後に沢の流量の状況等を確認し、必要な場合<sup>12</sup>にはポストグラウト方式を実施することを考えています。ポストグラウト方式も含めた、全体のフローについては、後述する順応的管理の管理フロー（P. 21～）に示します。
- ・なお、巻末資料に記載した幌延深地層研究計画地下研究施設における薬液注入では、大深度の高水圧（最大10Mpa）に対応可能である「高圧・高止水対応グラウト注入技術」が活用されています（2014年度に土木学会の技術開発賞を受賞）。
- ・本技術は、装置の小型化によりトンネル内の狭い場所でも余裕をもって使用することが可能とされており、高水圧が想定される静岡県内の南アルプストンネル工事における断層部への薬液注入においても参考にできる技術であると考えています。
- ・実際には、薬液注入を実施する前に行うボーリング調査の結果やその時点までのトンネル掘削実績を踏まえ、適用する技術等も含め、薬液注入の設計を行い、施工します。

<sup>9</sup> 改良目標透水係数は、 $10^{-7}$  (m/s) を基本とする。一方で、現地の地質や湧水等の状況次第では、透水係数を  $10^{-7}$  (m/s) まで改良することが困難な場合もあることに留意。

<sup>10</sup> コアボーリング等の地質調査に基づく予測の見直し等を踏まえた、薬液注入実施時点での最新の予測の前提条件

<sup>11</sup> 薬液注入を実施した箇所の透水係数が、その時点での最新の予測の前提条件まで改善されなかった場合は、予測の見直しを行い、見直した予測に基づく追加の代償措置の検討を行う。予測の見直し後のフローは、P22 参照。

<sup>12</sup> 沢毎に設定した管理流量（季節毎の過去最低流量、最低流況）を下回る場合等



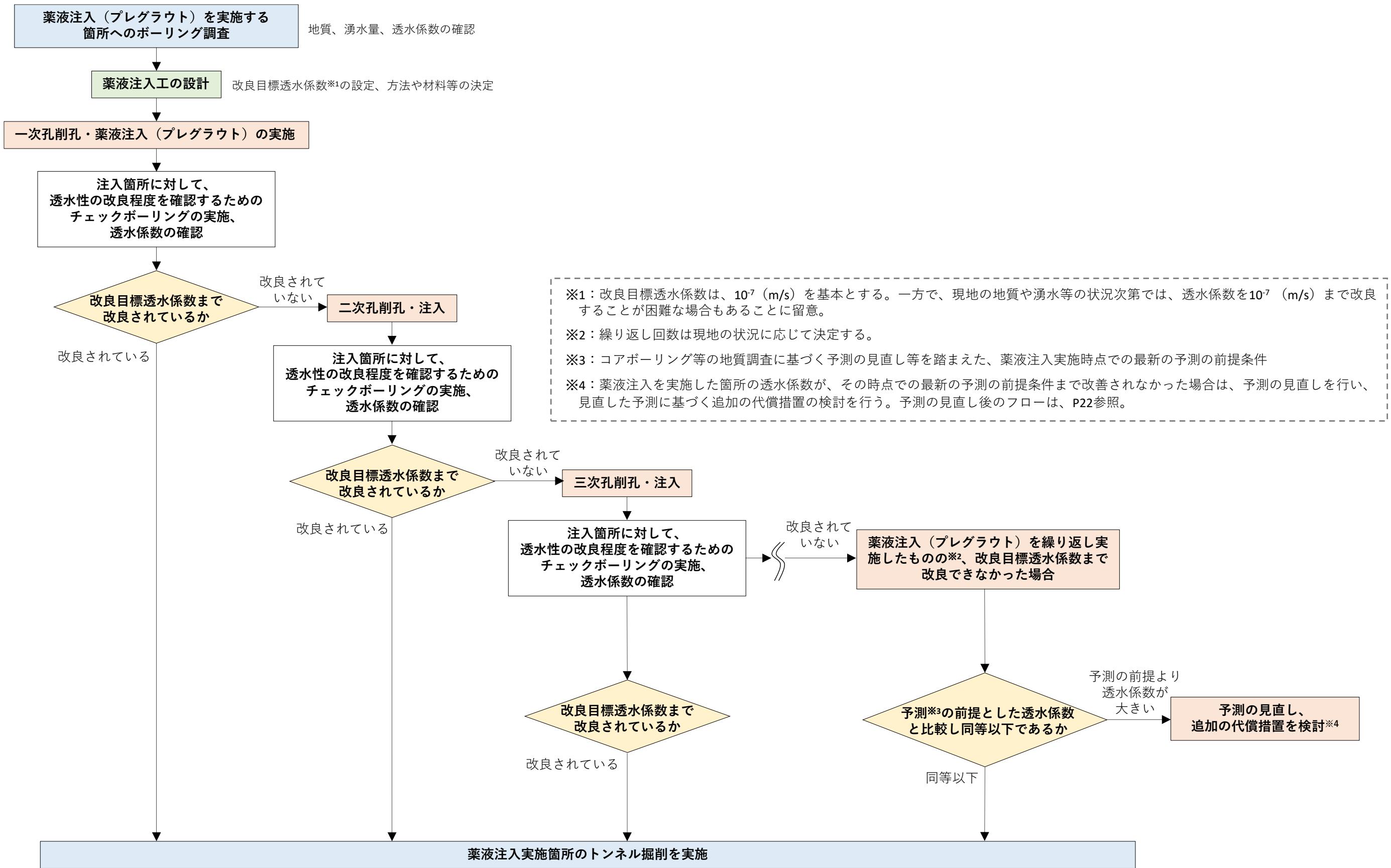


図 2 薬液注入（プレグラウト）のフロー

- ・ 注入材料は、水ガラス系やセメント系の注入材を使用することを考えています<sup>13</sup>。
- ・ 基本的には高い水圧でも注入材が押し流されないよう、短い時間で注入効果が期待できる材料（主に水ガラス系）を用いた注入（初期注入）を行い、その後、その周囲に強度の高い注入材料（主にセメント系）を重ねて注入（本注入）することで、徐々に改良範囲を広げ、改良体をトンネル外周に構築していくことを考えています。

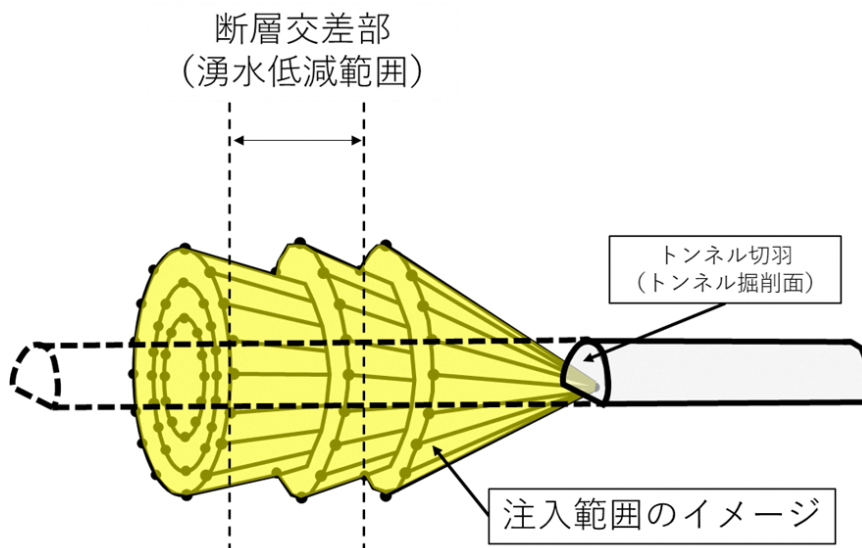


図3 薬液注入のイメージ（その1）

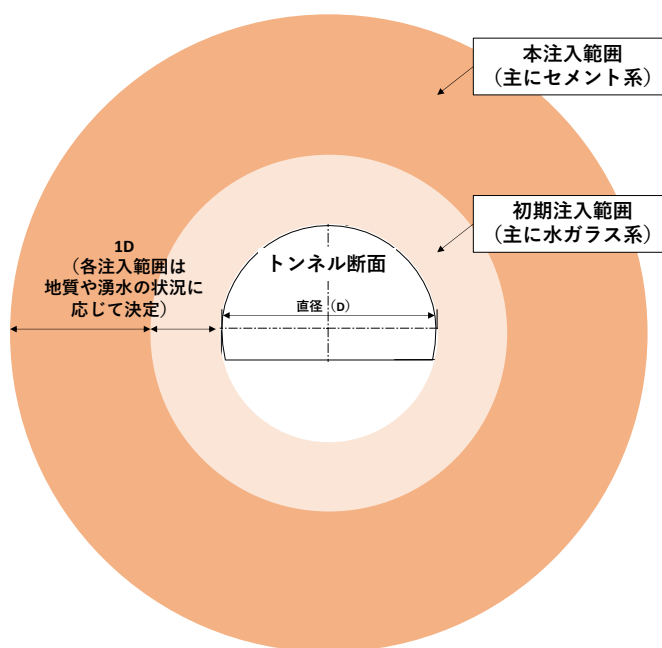


図4 薬液注入のイメージ（その2）

<sup>13</sup> 注入材は種類により、ゲルタイムと呼ばれる注入材と湧水が触れてから固化するまでの反応時間を設定することが可能。水ガラス系（水ガラスとは、ケイ酸ナトリウムが溶け込んだ液体であり、注入後、化学反応により固化する物質）は、ゲルタイムをコントロールしやすく、早期のトンネル湧水低減や岩盤でクラック部に注入材を浸透させる必要があるような場合に適用する。セメント系は、セメントを主材料とした注入材であり、ゲルタイムは水ガラス系よりも長いため、固化するまでの時間は長くなるが、固化強度は大きく、長期的にも安定した改良体を構築可能である。

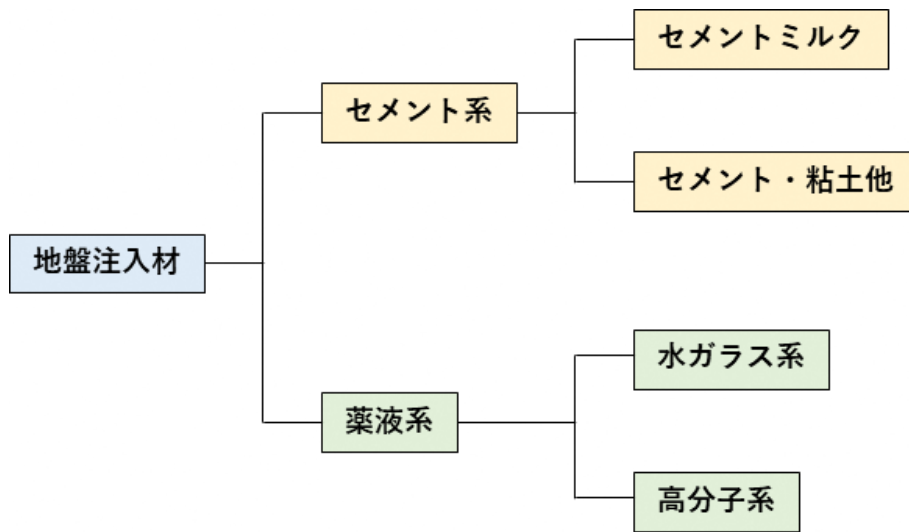


図 5 注入材の分類<sup>14</sup>

<sup>14</sup> 「山岳トンネルの補助工法、2009年10月、土木学会」より

- ・薬液注入を実施した際のトンネル湧水は、処理設備により適切に処理したうえで河川へ放流します。また、薬液注入箇所周辺の沢やトンネル湧水放流先河川の水質の確認も行います（詳細は巻末資料P25参照）。
- ・また、高速長尺先進ボーリング等の地質調査の結果、沢の近傍において断層等、大量のトンネル湧水の発生が想定される区間が確認された場合で、トンネルの線形変更により沢の流量への影響が低減される可能性のある場合には、トンネルの機能を確保できる範囲内で線形の変更が可能な斜坑等<sup>15</sup>について、線形変更による影響の低減を検討します（図6）。

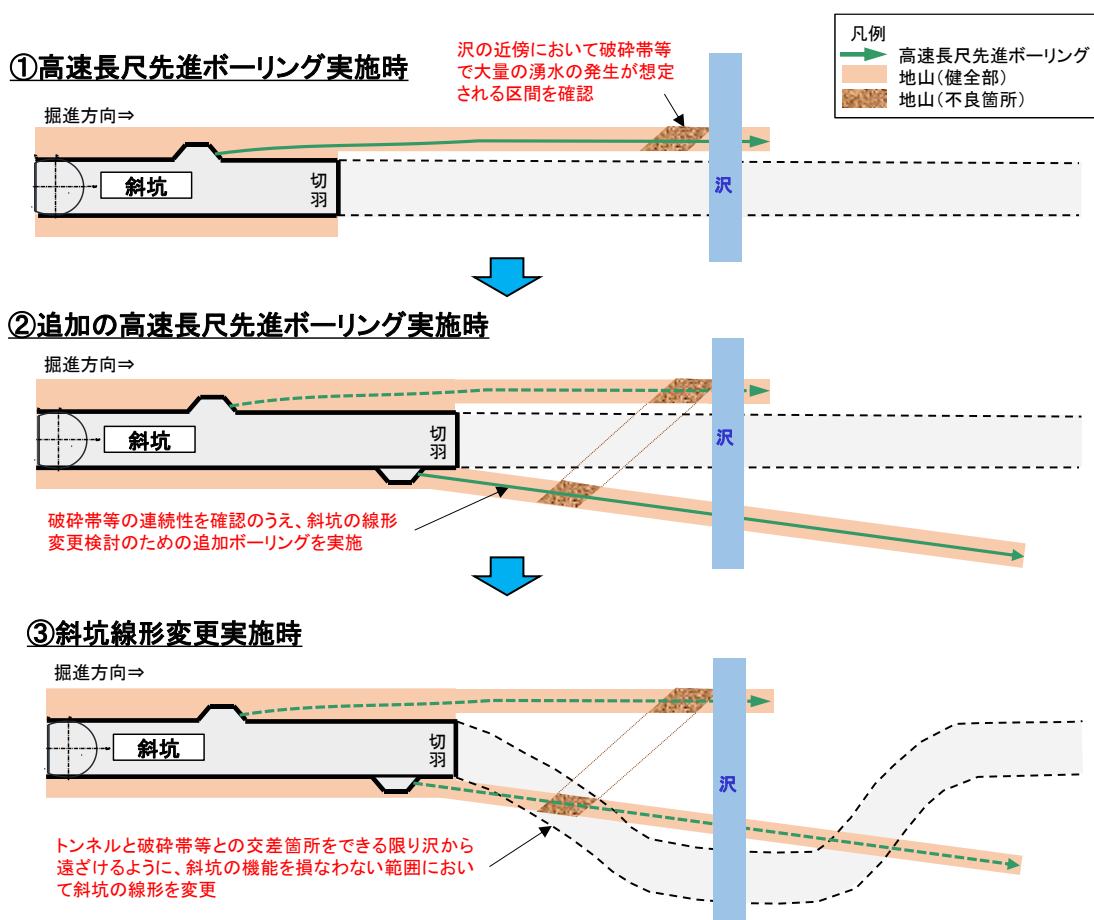


図6 斜坑における線形変更のイメージ

<sup>15</sup> 斜坑、先進坑、導水路トンネル、工事用道路トンネルを指す（本坑以外のトンネル）

#### D. トンネル湧水の放流に伴う水質（SS）変化による底生動物への影響に関する環境保全措置

- まず、南アルプストンネル静岡工区については、南アルプス地域の特性を考慮し、水質汚濁防止法の一律排水基準及び大井川水域の上乗せ排水基準より厳しい値であるSS=25（mg/l）を管理基準とし、処理設備内で管理基準値以下に処理をします。
- 更に排水の濁りを低減するため、濁水処理設備で処理した後に沈砂池を経由させ、そのうえで、清濁分離処理により分離された濁りの少ないトンネル湧水を合流させてから放流する等、可能な限り放流先河川のSSに近づけられるよう対応します（図 7）
- 仮に切羽付近の濁水と切羽後方の濁りの少ないトンネル湧水の量の割合が1：1であった場合には、沈砂池を経由することを踏まえると、濁水処理設備内で処理した後のSSの1／2を下回る濃度での放流となります。
- また、トンネル湧水の放流に伴う河川におけるSSの変化の程度は、トンネル湧水量、トンネル湧水のSS、トンネル湧水放流時の河川流量によって変わります。
- トンネル湧水量、トンネル湧水のSS、放流時の河川流量・SS、放流先河川での水生生物の生息状況をモニタリングしながら、影響の有無や回避・低減措置の有効性を確認してまいります。

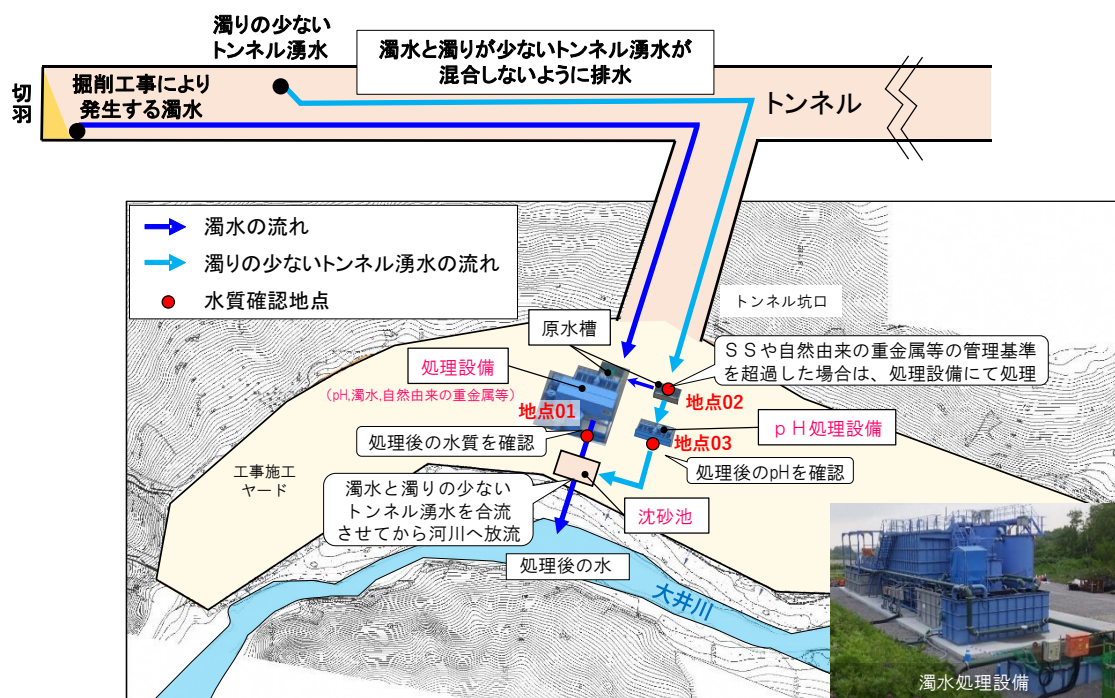


図 7 施工ヤードにおけるトンネル湧水等の処理の流れ（イメージ）

## E. トンネル湧水の放流に伴う水温変化による底生動物への影響に関する環境保全措置

- ・国土交通省 リニア中央新幹線静岡工区有識者会議（環境保全）では、委員より、底生動物への影響については、「重要種の中の水生昆虫類や無脊椎動物には、冬季は発育ゼロ点が 5℃前後のものが含まれる。そういう種にとっては、水温が 10℃近くになってしまうと、生活史に対するインパクトが懸念されるので、魚だけではなく、底生動物の発育ゼロ点に対する考慮もしていただきたい。」との意見がありました。
- ・実際のトンネルの湧水量や水温次第では、放流後の河川の水温が冬季に約 10℃となる可能性も否定できないため、以下の通り対応します。

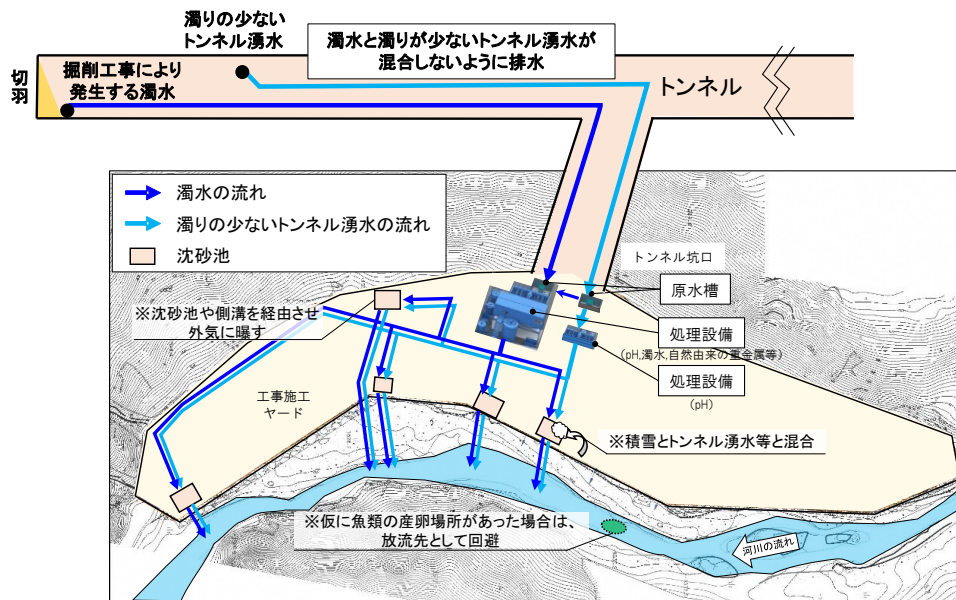
（西俣ヤード、樫島ヤード、千石ヤード共通の対策）

- ・冬季の水温上昇に対しては、トンネル湧水をヤード内の沈砂池を経由させ外気に曝すこと、曝気を行うこと、積雪とトンネル湧水を混合してから放流すること、放流口における減勢工の設置を行うこと等を考えており、可能な限り放流先河川の水温に近づけられるよう、水温変化の低減対策を実施します。また、イワナの産卵する場所は、おもに水深が 10～30cm で、水面が波立たないくらいの速さで流れている淵尻や瀬の礫の川底とされており<sup>16</sup>、具体的な放流箇所についてはこのような産卵場所を回避します（図 8）。

---

<sup>16</sup> 溪流漁の人工産卵場のつくり方、水産庁・独立行政法人 水産総合研究センター中央水産研究所、平成 20 年 3 月発行





積雪状況(西俣ヤード)



沈砂池



図 8 水温変化による水生生物への影響の低減対策 (イメージ)

(榎島ヤードでの更なる対策)

- ・ 榎島においては先述の共通対策に加え、地権者様にご協力頂き、ヤード付近にトンネル湧水（水質等の処理後）を流す湧水流路等を造成し、トンネル湧水を河川に直接流すのではなく、時間をかけて河川へ流す対策を検討します。
- ・ トンネル湧水を一時的に湧水流路等に流すことによって、トンネル湧水の水温の低減効果が期待できます。
- ・ トンネル湧水は、年間を通じて水量が安定しており、水温の季節変動が少ないという特徴があります。湧水流路等によって、湧水を好む生物の生息・生育環境を創出することで、榎島ヤード付近において、南アルプスの生態系に新たな価値を生み出せることが期待できます。
- ・ 湧水生態系を新たに創出する具体的な場所や形状、目標生物については、地権者様のご意向も踏まえ、専門家とも相談し、今後、検討してまいります。
- ・ いずれにしても、トンネル湧水量、トンネル湧水の水温、放流時の河川流量・水温、放流先河川での水生生物の生息状況をモニタリングしながら、影響の有無や回避・低減措置の有効性を確認してまいります。

## F. 地上改変による植生等への影響に関する環境保全措置

- ・静岡県内の発生土置き場候補地及び工事施工ヤードは、工事に伴う影響の回避又は低減が図れるよう、過去に伐採され電力会社が使用した工事ヤード跡地や人工林等を選定しました。
- ・ヤードの造成にあたって水際部に護岸や擁壁等を設置する際は、安全性や施工性を考慮のうえ、自然環境に配慮した構造にしていきます。
- ・将来に亘ってトンネル湧水を河川へ放流する箇所となる榎島付近の坑口（導水路トンネル）や千石付近の坑口（工事用道路トンネル）の排水口の具体的な構造については、今後、地権者や専門家とご相談のうえ、先述のトンネル湧水の水温管理の観点や湧水を好む生物の生息・生育環境の創出という観点も踏まえながら計画していきます。
- ・また、発生土置き場候補地は工事用車両の運行による環境への影響を低減するため、非常口からできる限り近い箇所を選定しています（図 9）。発生土置き場はツバクロ発生土置き場を中心とする計画とし、複数ある発生土置き場候補地にトンネル掘削土を分散配置することで検討を進めています。ツバクロ発生土置き場においては、専門家からのご意見を踏まえ、ドロノキ群落の生育箇所を回避する計画としています（図 10）。
- ・また、改変の可能性のある範囲及びその周囲において、維管束植物に係る植物相、植生及び植物群落の調査を実施し、重要な種、群落の生育地の改変の程度及び周辺に分布する同質な生育環境等と予測対象種・群落の主な生育環境との重ね合わせを実施することなどにより影響予測を行い、植物の移植・播種を実施しています（西俣ヤード、千石ヤード、ツバクロ発生土置き場、イタドリ発生土置き場、榎島ヤード、藤島発生土置き場等）。



**表 1 地上改変に係る環境保全措置**

| 項目                     | 内容                                                                                                                  |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 工事に伴う改変区域をできる限り小さくする   | 工事施工ヤード内に設置する諸設備を検討し、設置する設備やその配置を工夫すること等により生息環境の改変をできる限り小さくすることで、生息・生育環境への影響を回避又は低減する。                              |
| 重要な種の生息地・生育地の全体又は一部を回避 | 重要な種が生息・生育する場合には、その重要な種の生息・生育地の全体又は一部を回避することで、生息・生育環境への影響を回避又は低減する。                                                 |
| 工事従事者への講習・指導           | 工事区域外への不用意な立ち入り、ゴミ捨ての禁止、ロードキル対策及びその他自然環境へ影響を及ぼす恐れのある行為（釣り、遊泳等）の禁止等について工事従事者に指導することで、人為的な攪乱による重要な種の生息・生育環境への影響を低減する。 |
| 資材及び機械の運搬に用いる車両のタイヤの洗浄 | 資材及び機械の運搬に用いる車両のタイヤの洗浄を行うことで、外来種の種子の拡散を防止する。                                                                        |
| 重要な種の移植・播種             | 回避又は低減のための措置を講じても生育環境の一部がやむを得ず消失する場合において、重要な種を移植・播種することで、種の消失による影響を代償する。                                            |





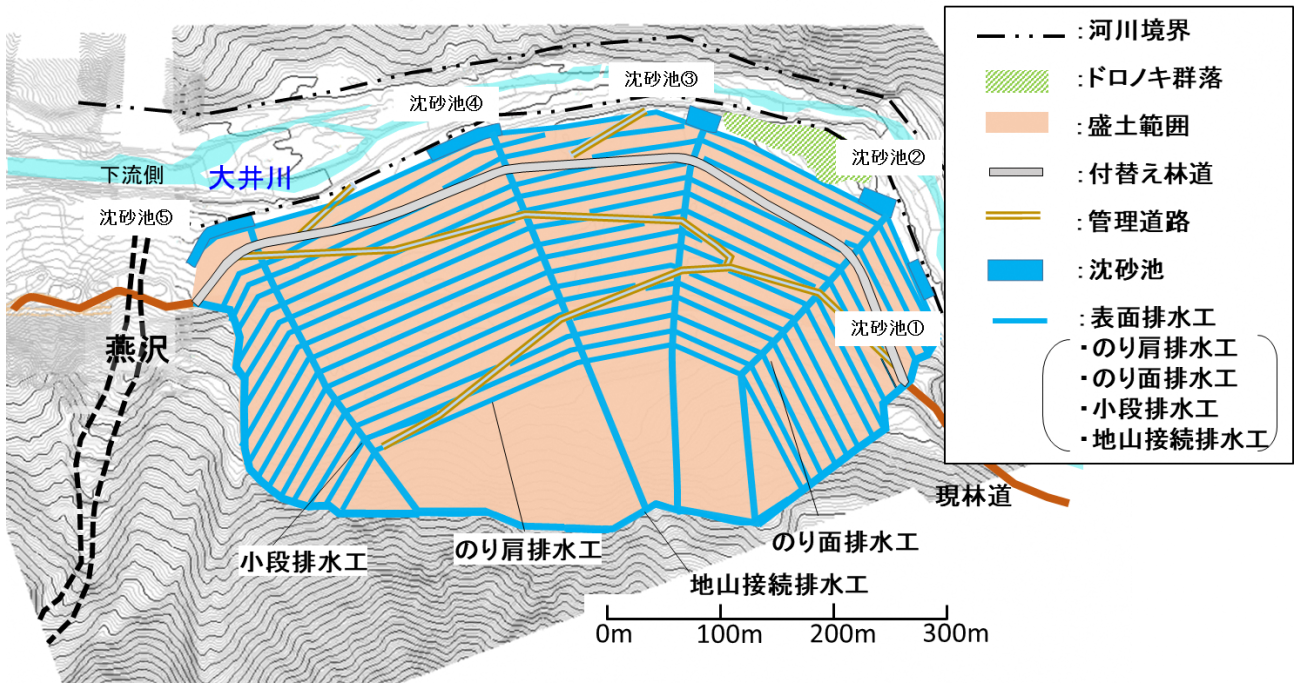


図 10 ツバクロ発生土置き場 計画平面図

### c) 代償措置の考え方について

- ・回避・低減措置を講じたとしてもなお残ってしまう自然環境の損失に対しては、影響により損なわれる南アルプスの自然環境と同等以上の代償措置を実施します。
- ・事前に代償措置の検討を進める上で、まずは現時点で想定する影響により損なわれる南アルプスの自然環境の考え方について、「A. トンネル掘削に伴う地下水位変化による沢等の水生生物や沢水等に依存する植物等への影響」の例を以下に示します。
- ・代償措置の考え方については、今後、静岡県、静岡市、地権者様等とご相談して決定していきたいと考えています。

## ○現時点で想定する影響により損なわれる南アルプスの自然環境の考え方

### A. 沢の水生生物や沢水に依存する植物等について

(沢の水生生物について)

- ・まず、上流域モデル<sup>17</sup>による解析結果を用いて、トンネル掘削前とトンネル掘削後（薬液注入なし）の場合<sup>18</sup>の結果を比較し、影響範囲を推定します。
- ・図 11 は、蛇抜沢周辺を例に、上流域モデルによる解析の結果、1年間のうち最も流末での流量が小さくなる日<sup>19</sup>におけるトンネル掘削に伴う地表水流量の変化を示しています。黄色で囲った範囲の一部では、トンネル掘削に伴い地表水流量が極めて小さくなる結果となっており、こうした範囲が影響を受ける可能性のある範囲であると考えています。
- ・また、現在取り組んでいる景観に基づく生息場評価法により、沢全体で生息場・環境条件に応じた水生生物の生息状況の推定を行います。
- ・上流域モデルによる影響範囲の推定と景観に基づく生息場評価法による水生生物の生息状況の推定により、“影響を受ける範囲に生息する水生生物を推定”し、水生生物の生息条件の観点から踏まえたうえで、損なわれる南アルプスの自然環境について検討を行います。

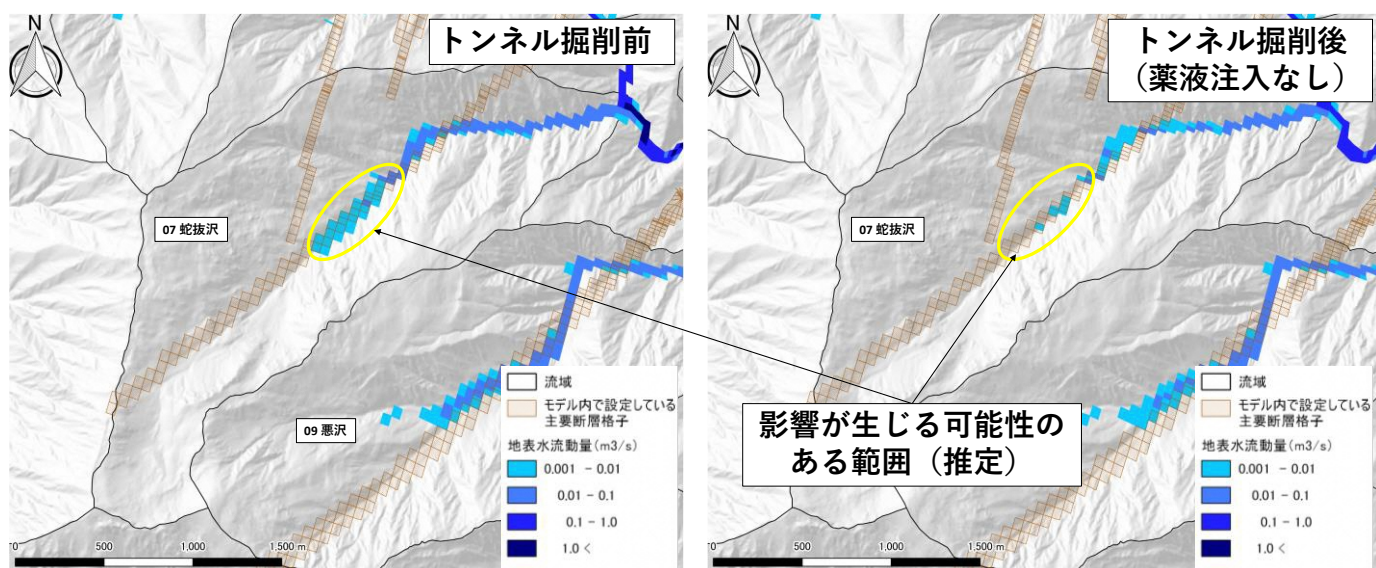


図 11 蛇抜沢周辺におけるトンネル掘削に伴う地表水流量の変化

<sup>17</sup> 国土交通省 リニア中央新幹線静岡工区有識者会議（環境保全）において、大井川上流域の沢の影響分析という目的のもと、新たに作成した GETFLOWS による解析モデル

<sup>18</sup> 影響を予測する際には、回避・低減措置のうち、効果に不確実性がある措置については、効果が見込まれない場合を想定して予測することを考えています。

<sup>19</sup> 2012年1月から2012年12月の間の日別のレーダー・アメダス解析雨量による実績降水量を用いて、上流域モデルによる解析を実施した結果、1年間のうち最も流末での流量が小さくなる日のことを指します。

(沢水に依存する植物について)

- 植物は、沢の流量に影響が生じた場合であっても移動することができないことから、上流域モデルから影響が生じる可能性ある範囲を推定し、沢水に依存する植物の生育条件を踏まえたうえで影響面積を算出し、損なわれる南アルプスの自然環境について検討を行います。

### 3) 管理フロー

- ・「A. トンネル掘削に伴う地下水位変化による沢等の水生生物や沢水等に依存する植物等への影響」について、具体的な行動計画が適切に実行されているかどうかを確認するために必要な確認項目や判断基準をまとめ、管理フローとして示します。なお、今後、その他の影響や代償措置に関する管理フローを作成することを考えています。





## 【巻末資料】

### ○幌延深地層研究計画地下研究施設における薬液注入の例<sup>20</sup>

- ・幌延深地層研究センターは北海道天塩郡幌延町に建設された3本の立坑と水平坑道からなる施設であり、地質としては堆積泥岩が分布しています（図12）。
- ・図12の漸移帯中に発達した割れ目帯や断層部分では $10^{-6}$ m/s程度の比較的透水性が高い部分も確認されていたため、止水対策として掘削工事に先立って高水圧下でのグラウト工を実施しました。
- ・改良範囲を図12にお示しします。施工手順は、基本長（ステージ長）を5mとし、基本長の削孔ごとにグラウトを行うステージ工法です。注入材料は、微細な割れ目を対象とした超微粒子型注入材等です。
- ・透水性の改良目標を0.1ルジオン（透水係数約 $1.3 \times 10^{-8}$  m/sに相当）と設定し、施工した結果、「立坑および水平坑道を対象に実施したグラウト工の数量は、総注入孔数が約3,000孔、掘削総延長が約140,000mであった。改良結果として、全注入孔の全ステージにて1ルジオン以下、全ステージの96%で0.1ルジオン以下を達成した。」と評価されています。

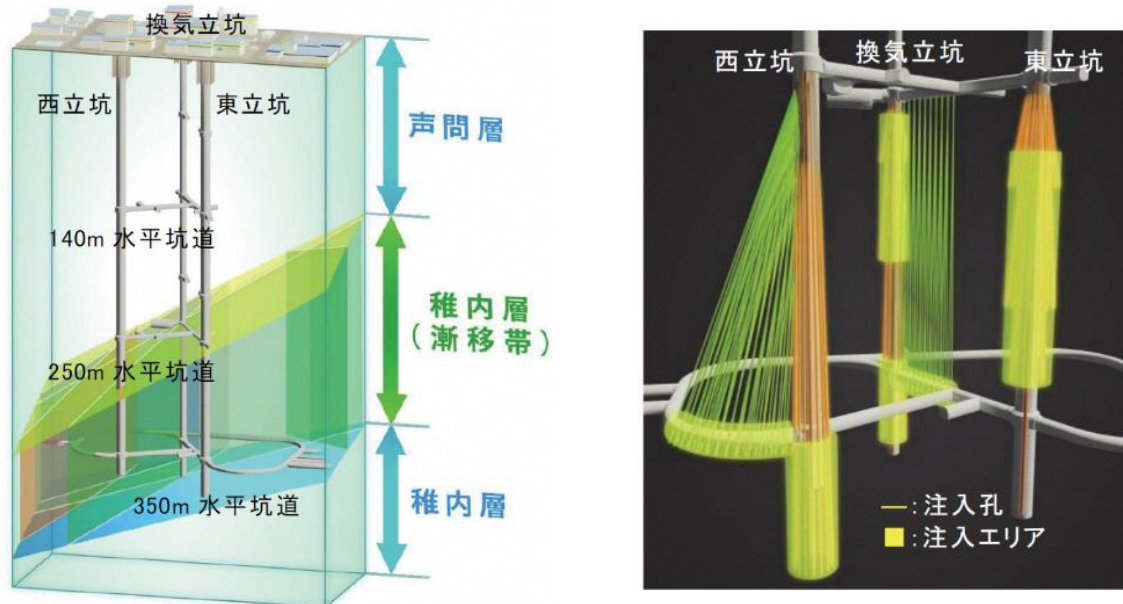
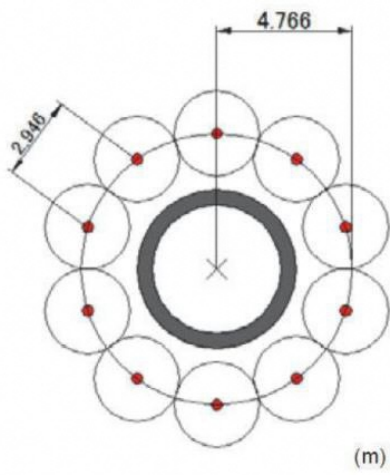
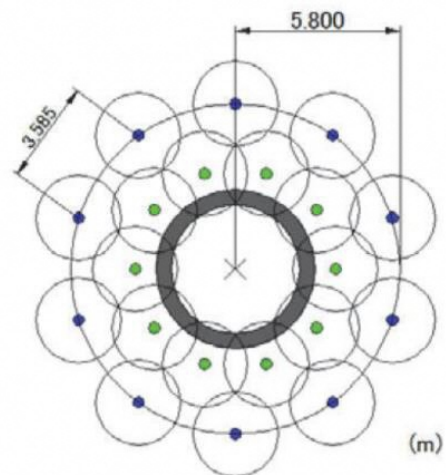


図 12 幌延深地層研究センター鳥瞰図（左図）と立坑のグラウト改良範囲（右図）<sup>20</sup>

<sup>20</sup> 幌延深地層研究計画地下研究施設整備（第Ⅱ期）等事業におけるグラウト工事結果の概要、鈴木弘・進藤彰久・南出賢司・本島貴之、土木学会第71回年次学術講演会（平成28年9月）



改良範囲の例  
(リングが1つの場合)



改良範囲の例  
(リングが2つの場合)

図 1 3 グラウト孔配置断面図 (立坑)<sup>20</sup>

## ○薬液注入に伴う河川や地下水の水質管理について

- ・薬液注入を実施する際には、「薬液注入工法による建設工事の施工に関する暫定指針について」（昭和49年7月10日建設省官技発第160号）（以下、「暫定指針」）に準じて、水質管理を行っていきます。
- ・まず、トンネル湧水を河川へ放流するにあたっては、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設置し、処理設備内等で各項目の計測、対策を行い、管理基準値以下に処理したうえで河川へ放流します（放流箇所は図14の通り）。
- ・また、薬液注入に伴い、暫定指針に準じた排水基準<sup>21</sup>も遵守します。水素イオン濃度（pH）については、南アルプス地域の特性を考慮し、表4に記載の通り暫定指針の排水基準（許容限度5.8以上8.6以下）より厳しい管理基準（6.5以上8.5以下）で管理します<sup>22</sup>。
- ・観測井においては表5、表6に示す時期及び回数、検査項目と水質基準に適合していることを確認します（観測井の場所は図15の通り）。
- ・万が一、基準を超過するような傾向が確認された場合には、薬液注入を一時中断します。その後、水質への影響が低減されるよう使用する材料や注入範囲を検討し、薬液注入を再開して、トンネル湧水量の低減に努めます。

**表 2 処理設備における水質管理基準（pH、SS）**

| 項目 | 管理基準       | (参考)<br>排水基準<br>許容限度         | (参考)<br>上乗せ排水基準（大<br>井川水域）<br>許容限度 | (参考)<br>環境基準<br>(AA)<br>基準値 |
|----|------------|------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|
| pH | 6.5以上8.5以下 | 5.8以上<br>8.6以下               | —                                  | 6.5以上<br>8.5以下              |
| SS | 25mg/L以下   | 200mg/L<br>(日間平均<br>150mg/L) | 40mg/L<br>(日間平均30mg/L)             | 25mg/L以下                    |

水質汚濁防止法等に基づく排水基準として、大井川水域ではpHは5.8以上8.6以下、SSは最大40mg/L以下、日間平均30mg/L以下が定められています。南アルプスの地域特性を踏まえ、現時点で最高水準の処理能力を有する処理設備を設置し、表2に示す基準値で管理してまいります。なお、この管理基準値は、公共用水域の環境基準の水域類型のなかで最も厳しい基準で、ヤマメ、イワナ等の貧腐水性水域の水産生物用として適用され、大井川上流（駿遠橋より上流）の水域類型であるAA型の値と同等となっています。

<sup>21</sup> 暫定指針に記載の内容について JIS 規格番号等の改定・変更を反映

<sup>22</sup> 管理基準にて管理するほか、トンネル切羽からのトンネル湧水の水量（薬液注入実施後を含む）や水温、水質（pH、EC等）の計測も行い、薬液注入による変化の傾向を確認する

**表 3 処理設備における水質管理基準（自然由来の重金属等）**

| 項目    | 管理基準         |
|-------|--------------|
| カドミウム | 0.03 mg/L以下  |
| 六価クロム | 0.5 mg/L以下   |
| 水銀    | 0.005 mg/L以下 |
| セレン   | 0.1 mg/L以下   |
| 鉛     | 0.1 mg/L以下   |
| ひ素    | 0.1 mg/L以下   |
| ふっ素   | 8 mg/L以下     |
| ほう素   | 10 mg/L以下    |
| 亜鉛    | 2 mg/L以下     |

水質（自然由来の重金属等）について、水質汚濁防止法等に基づく排水基準を処理設備における水質管理基準として設定しました。

**表 4 薬液注入に伴う水質検査項目および排水基準**

| 注入材の種類                |            | 検査項目                                            | 検査方法                                                           | 許容限度                            |
|-----------------------|------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 水<br>ガ<br>ラ<br>ス<br>系 | 有機物を含まないもの | 水素イオン濃度 (pH)                                    | JIS K0102 の 12 に定める方法 <sup>23</sup>                            | 5.8 以上 8.6 以下                   |
|                       | 有機物を含むもの   | 水素イオン濃度<br>生物化学的酸素要求量 (BOD) (単位 1 リットルにつきミリグラム) | 同上<br>JIS K0102 の 21 <sup>24</sup> または 17 <sup>25</sup> に定める方法 | 160<br>(日間平均 120) <sup>26</sup> |

<sup>23</sup> ガラス電極を用いた pH 計によって測定される起電力から求める方法。

<sup>24</sup> 試料を希釈水で希釈し、20℃で 5 日間放置したときに消費された溶存酸素の量 (mg/mL) から求める方法。

<sup>25</sup> 100℃における過マンガン酸カリウムによる酸素消費量 (CODMn) 試料を硫酸酸性とし、酸化剤として過マンガン酸カリウムを加え、沸騰水浴中で 30 分間反応させ、そのとき消費した過マンガン酸の量を求め、相当する酸素の量 (ng/L) で表す方法。

<sup>26</sup> 「日間平均」による許容限度は一日の排出水の平均的な汚染状態について定めたものである。

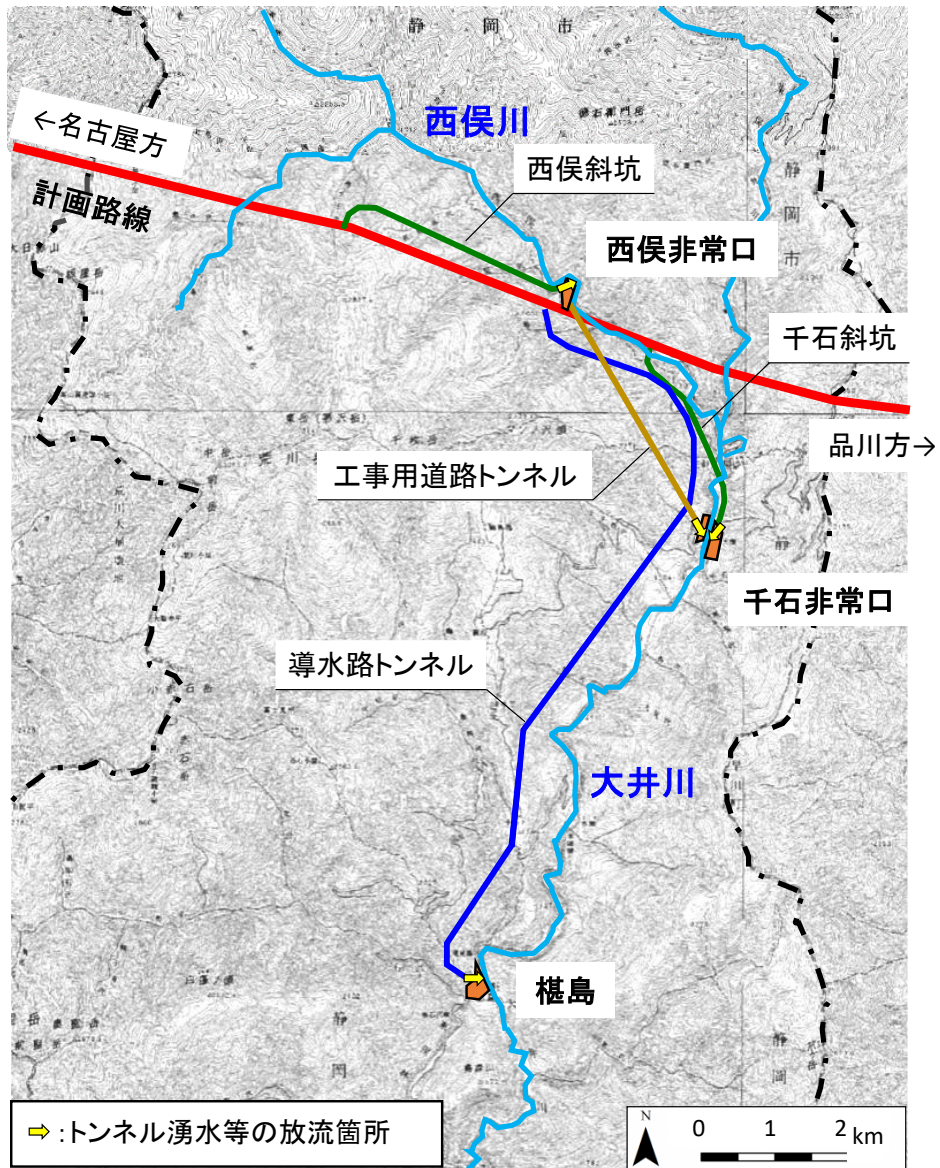


図 14 トンネル湧水等の放流箇所

表 5 地下水の採水時期及び回数

| 時期      |                 | 回数                                                                                     |
|---------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| 注入工事着手前 |                 | 1 回                                                                                    |
| 注入工事中   |                 | 毎日 1 回以上                                                                               |
| 注入工事終了後 | 2 週間以内          | 毎日 1 回以上<br>当該地域における地下水の状況に著しい変化がないと認められる場合で、調査回数を減らしても監視の目的が十分に達成されると判断される場合は、週 1 回以上 |
|         | 2 週間を超え半年経過するまで | 月 2 回以上                                                                                |

表 6 地下水の検査項目と水質基準

| 注入材の種類                |            | 検査項目              | 検査方法                                                                                                                 | 水質基準                                           |
|-----------------------|------------|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| 水<br>ガ<br>ラ<br>ス<br>系 | 有機物を含まないもの | 水素イオン濃度 (pH)      | 水質基準に関する省令(平成 15 年厚生労働省令 101 号)に基づく「水質基準に関する省令の規定に基づき厚生労働大臣が定める方法」(平成 15 年厚生労働省告示第 261 号) または JIS K 0102 の 12 に定める方法 | pH8.6 以下(工事直前の pH が 8.6 を超える場合は当該測定値以下*) であること |
|                       | 有機物を含むもの   | 同上                | 同上                                                                                                                   | 同上                                             |
|                       |            | 有機物(全有機炭素(TOC)の量) | 水質基準に関する省令(平成 15 年厚生労働省令 101 号)に基づく「水質基準に関する省令の規定に基づき厚生労働大臣が定める方法」(平成 15 年厚生労働省告示第 261 号)                            | 3mg/L 以下(工事直前の測定値が 3mg/L を超える場合は当該測定値以下) であること |

※各観測井のうち深井戸（田代ダム付近）については、これまでの pH の計測結果（平成 29 年 12 月以降、月 1 回の頻度で計測）の平均値が 9.2 であり、8.6 を超える値のため、工事直前の計測値を水質基準として設定することを考えている。



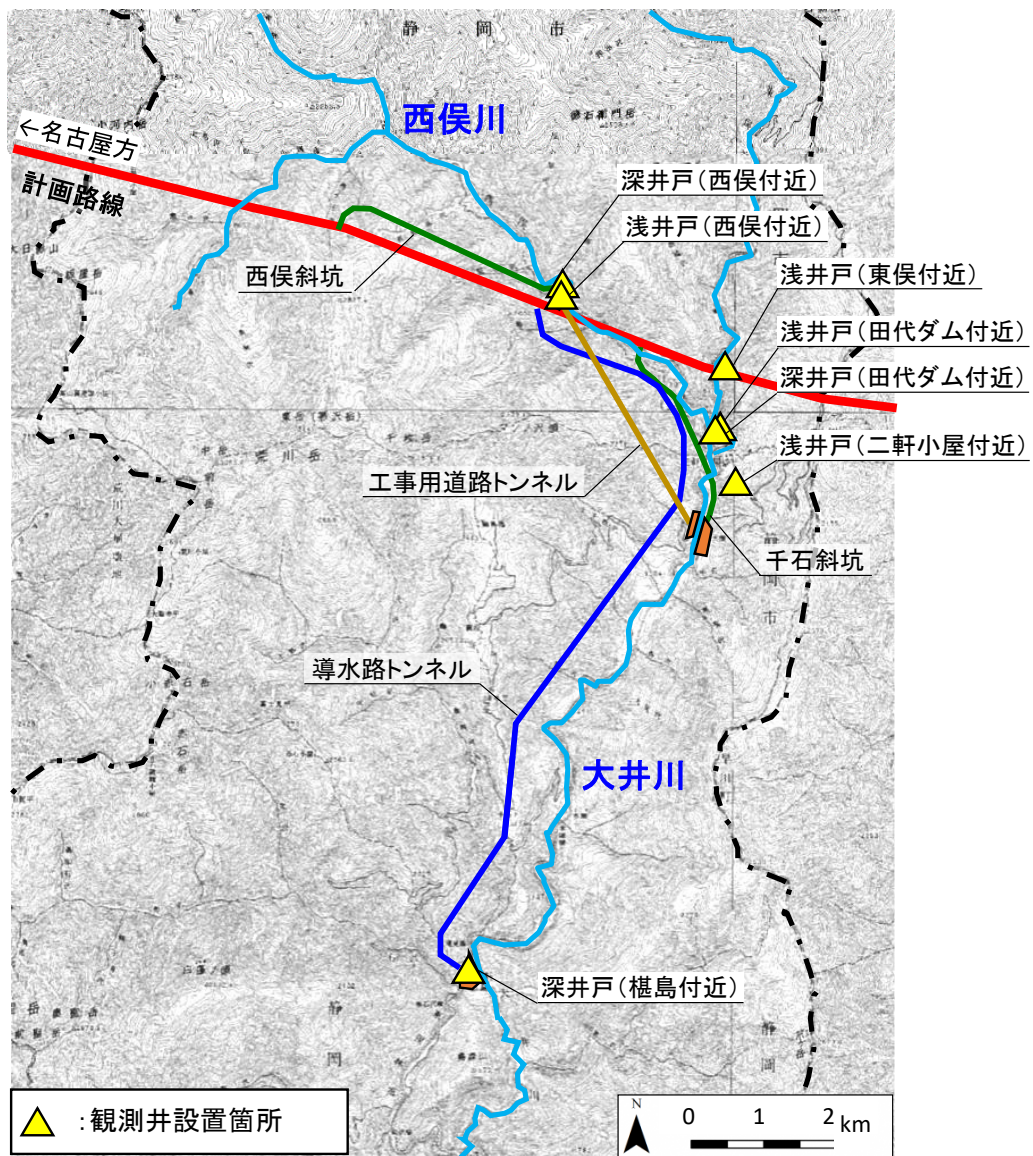


図 15 榎島以北の観測井位置図