

大井川水資源利用への影響回避・低減に 向けた取組み（素案）

本資料は令和3年2月7日現在の内容をまとめたものです。
今後、有識者会議委員のご意見を踏まえ、内容やデータを加除訂正してまいります。

東海旅客鉄道株式会社

目 次

※四角内は、(資料1) 第8回会議のご説明骨子に記載の項目

1. 大井川流域の現状

- (1) 大井川流域の自然状況
- (2) 大井川流域の流況
- (3) 大井川の水利用の沿革と現況

2. トンネル工事による影響と水資源利用への影響回避・低減に向けた基本的な対応

3. 工事着手前段階における取組み

- (1) トンネル湧水を大井川に流すための施設計画の策定
 - 1) 水収支解析における条件設定
 - 2) 水収支解析の結果を踏まえた揚水設備、濁水処理設備、導水路トンネルの計画
- (2) 県境付近の断層帯におけるトンネルの掘り方・トンネル湧水への対応
- (3) 計画段階における水資源利用への影響評価

- 1) トンネル掘削による大井川中下流域の地下水への影響評価

①大井川地下水等の成分分析

②大井川中下流域の地下水への影響に関する実測データや各種分析からの総合的な考察

- 2) 大井川流域の水循環の概念図

- (4) 計画段階における水資源利用に関する想定リスク

- (5) モニタリングの実施及びバックグラウンドデータの作成

4. 工事実施段階における取組み

- (1) トンネル掘削段階において共通となるトンネル湧水量の低減
- (2) 専門家によるサポート体制及び報告
- (3) 両斜坑・導水路トンネル掘削段階等
- (4) 県境付近の断層帯掘削段階
- (5) モニタリングの実施とデータ公開 (各工事段階において共通)

5. 工事完了後における取組み

- (1) モニタリングの実施とデータ公開

6. トンネル掘削に伴う水資源利用へのリスクと対処 (今後追加)

7. 大井川中下流域の水資源利用に影響が生じた場合の対応

議事(2)
工事期間中(先進坑貫通まで)の県外流出湧水の影響評価(素案)【資料4】

議事(1)
大井川流域の水循環の概念図(素案) <水循環量>【資料3】

議事(3)
モニタリングの計画と管理体制(素案)【資料5】

別冊 データ

- (1) 工事着手前の実測結果
- (2) 水収支解析の予測結果
- (3) 各トンネルの掘削断面

1. 大井川流域の現状

第5回会議 資料3-1

2. トンネル工事による影響と水資源利用への影響回避・低減に向けた基本的な対応

第7回会議 資料4

3. 工事着手前段階における取組み

(1) トンネル湧水を大井川に流すための施設計画の策定

1) 水収支解析における条件設定

第5回会議 資料3-2、第6回会議 資料4

2) 水収支解析の結果を踏まえた揚水設備、濁水処理設備、導水路トンネルの計画

第7回会議 資料5

(2) 県境付近の断層帯におけるトンネルの掘り方・トンネル湧水の対応

第5回会議 資料4、第6回会議 資料3、第8回会議 資料4

(3) 計画段階における水資源利用への影響評価

1) トンネル掘削による大井川中下流域の地下水への影響評価

第6回会議 資料5、第6回会議 資料6

2) 大井川流域の水循環の概念図

第7回会議 資料3、第8回会議 資料3

(4) 計画段階における水資源利用に関する想定リスク

6. トンネル掘削に伴う水資源利用へのリスクと対処において、別途ご説明

(5) モニタリングの実施及びバックグラウンドデータの作成

第7回会議 資料6、第8回会議 資料5

4. 工事实施段階における取組み

(1) トンネル掘削段階において共通となるトンネル湧水量の低減

- ・南アルプスは主に四万十帯と呼ばれる砂岩・粘板岩を主体とした付加体の地層で構成されています。この四万十帯は、糸魚川・静岡構造線を東端とし、長野側に向けて新しい地層から古い地層へ移っていきます。静岡県内は、山梨側より古い地層となりますが、古い地層へ向かうほど、現地は急峻な地形となってアプローチしにくくなり、地上からの調査が限定されます。そこで、斜坑掘削時の切羽周辺及び先進坑（本坑に先立って掘削）の切羽周辺から前方に向かって、高速長尺ボーリング調査を繰り返し実施し、トンネル切羽前方約 500m までの地質性状を確認します。また、高速長尺ボーリング調査の結果、地質が変化する場所、破砕帯と想定される場所においては、コアボーリングを行い、地質の性状を詳細に調査します。
- ・ボーリング調査の結果、破砕帯の存在により、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、切羽前方に対して薬液注入を行い、トンネル湧水を低減します。

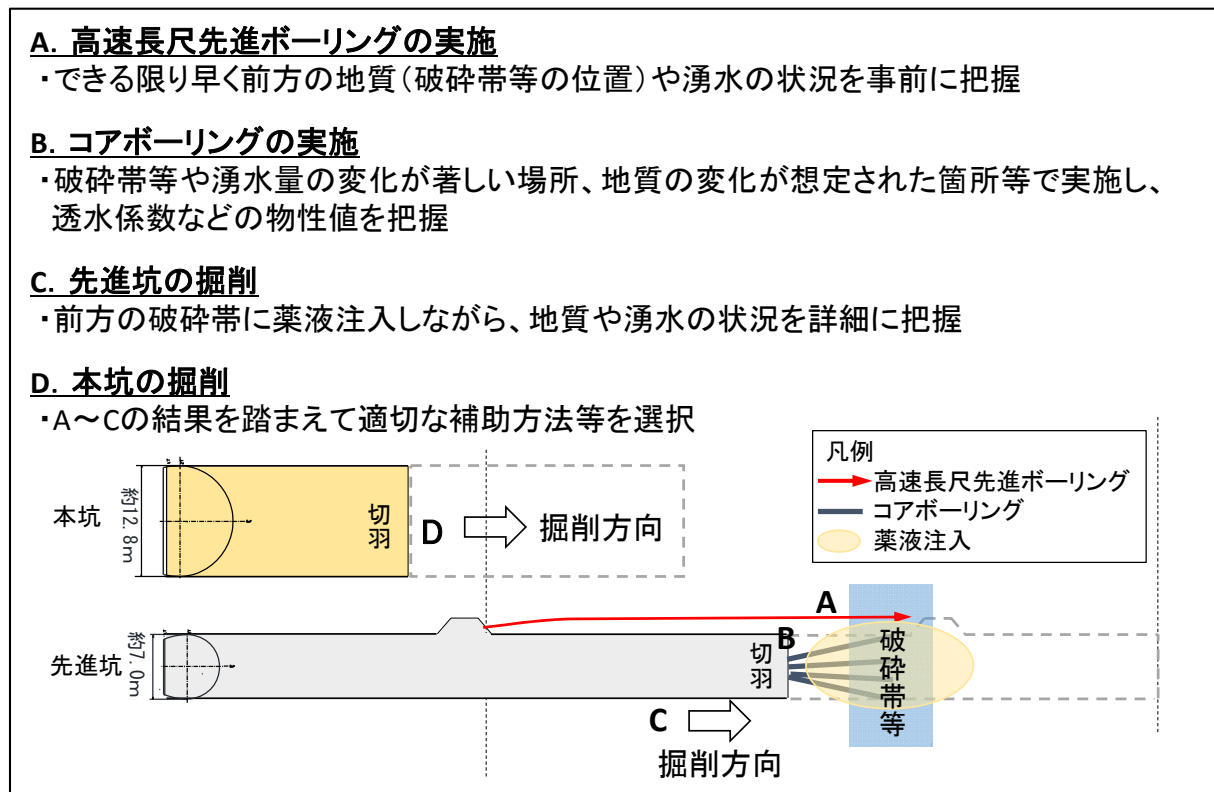


図 4.1 高速長尺先進ボーリングを用いたトンネル掘削の手順

- ・高速長尺ボーリング孔の湧水量は削孔長 10m あたり 50L/秒^{*}を管理値とし、ボーリング湧水量がこの管理値に達した場合には、当該地点の手前で掘削工事を一時中断します。

※静岡工区で考えられる最も大きい水準の透水係数とし、水頭差を静岡工区の最大土被りと仮定して算出したトンネル湧水量の結果により設定

- ・また、トンネル全体の湧水量は、斜坑、先進坑、本坑の合計値は 3m³/秒、導水路トンネルは 1m³/秒を上限値とします。
- ・トンネル掘削においては、吹付けコンクリート、防水シート、覆工コンクリート（これらの一部あるいは全て）を施工し、トンネル湧水を低減することで、トンネル湧水量を前述の上限値以下となるように管理していきます。
- ・ただし、トンネル湧水量の上限値を一時的に上回るリスクがあるため、トンネル湧水の揚水設備や濁水処理設備の施設計画の見直しを図ることも選択肢として考えています。

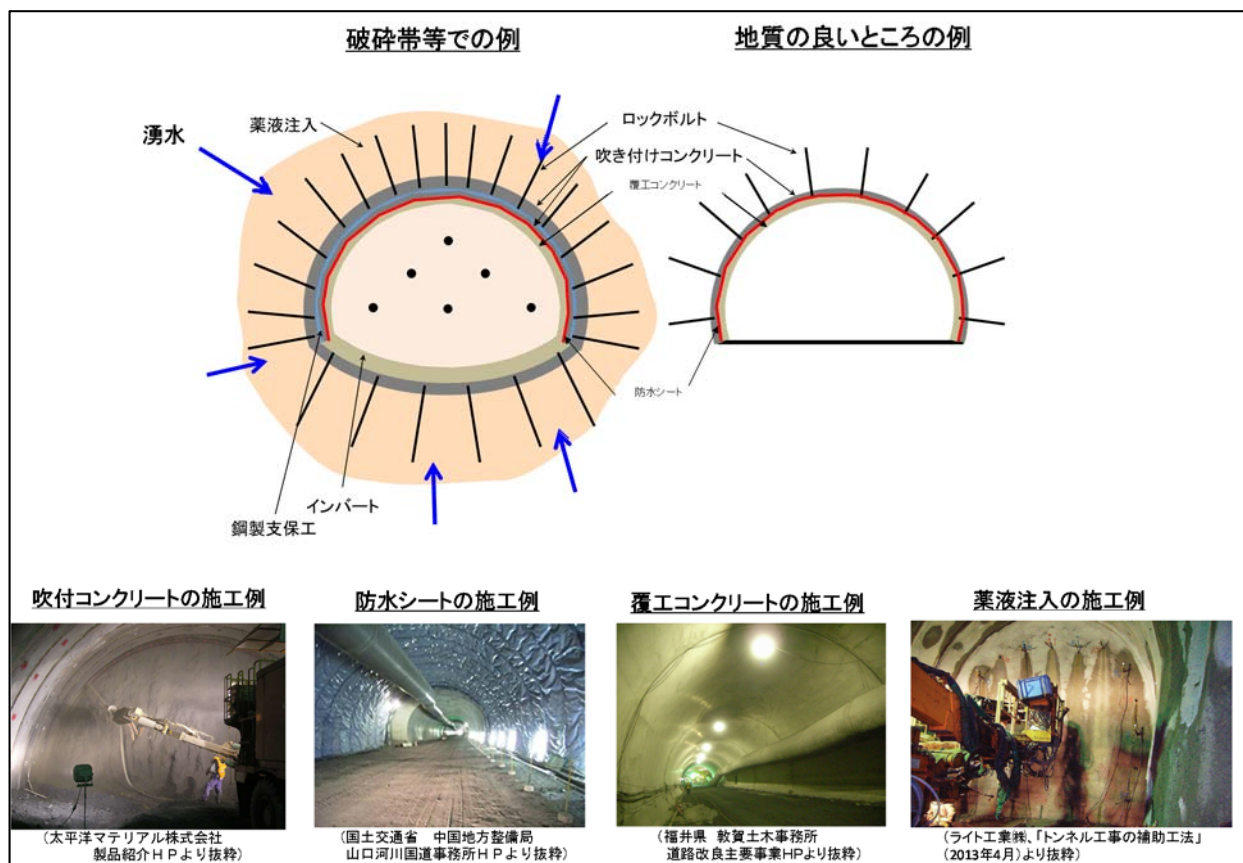


図 4.2 覆工コンクリート、薬液注入等によるトンネル湧水量低減対策

(2) 専門家によるサポート体制及び報告

- ・「土木事業における地質・地盤リスクマネジメントのガイドライン（令和2年3月 国土交通省大臣官房技術調査課ほか）」によれば、「工事着手前に全ての地盤情報を明らかにできないことによる安全性や効率性に対するリスクが常にある」「初期の段階で地質・地盤条件に関する情報を適切に捉えられるよう努力すべきであることは言うまでもないが、事業の各段階で利用可能な情報の質と量に基づいた地質・地盤条件の推定・想定と、それが持つ不確実性の程度や特性を理解した上でリスクの評価を行い、設計や施工、維持管理でどのようにリスク対応していくか判断することが重要」とされています。
- ・地質や湧水量の変化など特異な状況が考えられる際は、現場に常駐する技術者に加えて、現地に配備するインターネット等を活用して速やかに地質の専門家やトンネルの専門家に確認頂くとともに、必要によりその専門家に現地の地質等を確認頂いて、必要な助言を頂くなど、トンネル掘削を万全に行えるよう、現地のサポート体制を構築します。また、地質等の現地の状況については静岡県へ随時報告してまいります。

(3) 両斜坑・導水路トンネル掘削段階等

- ・先進坑や本坑に先立って両斜坑や導水路トンネルを掘削します。両斜坑や導水路トンネルでは、河川や沢の直下の施工や地中に帯水している可能性がある断層や破碎質な箇所への施工、さらには、大きな土圧や水圧がかかる土被り1,000mを超える区間の施工を行います。
- ・両斜坑・導水路トンネルの掘削段階において、様々な地質や湧水の状況、トンネル上部の沢の流況の変化などを実際に確認できることから、この間に得られた情報等をもとに、難工事が予想される南アルプストンネルの先進坑や本坑の掘削を進めてまいります。
- ・以下、①千石斜坑、②西俣斜坑、③導水路トンネルについて具体的に示します。

1) 千石斜坑

① 千石斜坑の工事概要

- ・千石斜坑は、全長約 3,070mであり、標高約 1,340mの地上部から標高約 1,080mの本坑との取付位置に向けて、下向きに約 10%の勾配で掘り進めていきます。

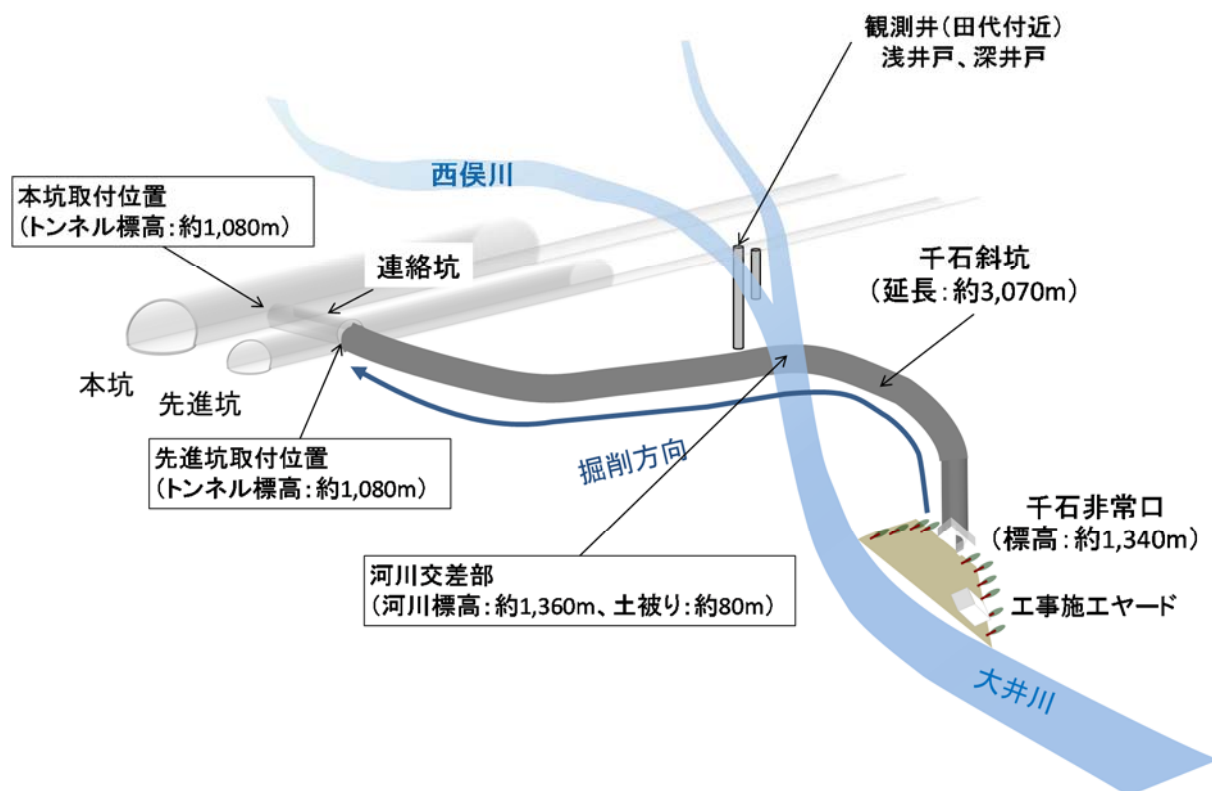


図 4.3 千石斜坑 概念図

② 施工ヤードの整備（準備段階）

- ・ 施工ヤードは、人工林等を選定し、計画しています。
- ・ 斜坑掘削工事の前には、施工ヤード整備を行います。
- ・ 林道東俣線沿いの斜面を切取、盛土して平地を造成し、そこに、濁水処理設備やトンネル掘削土の仮置き場などを配置します。

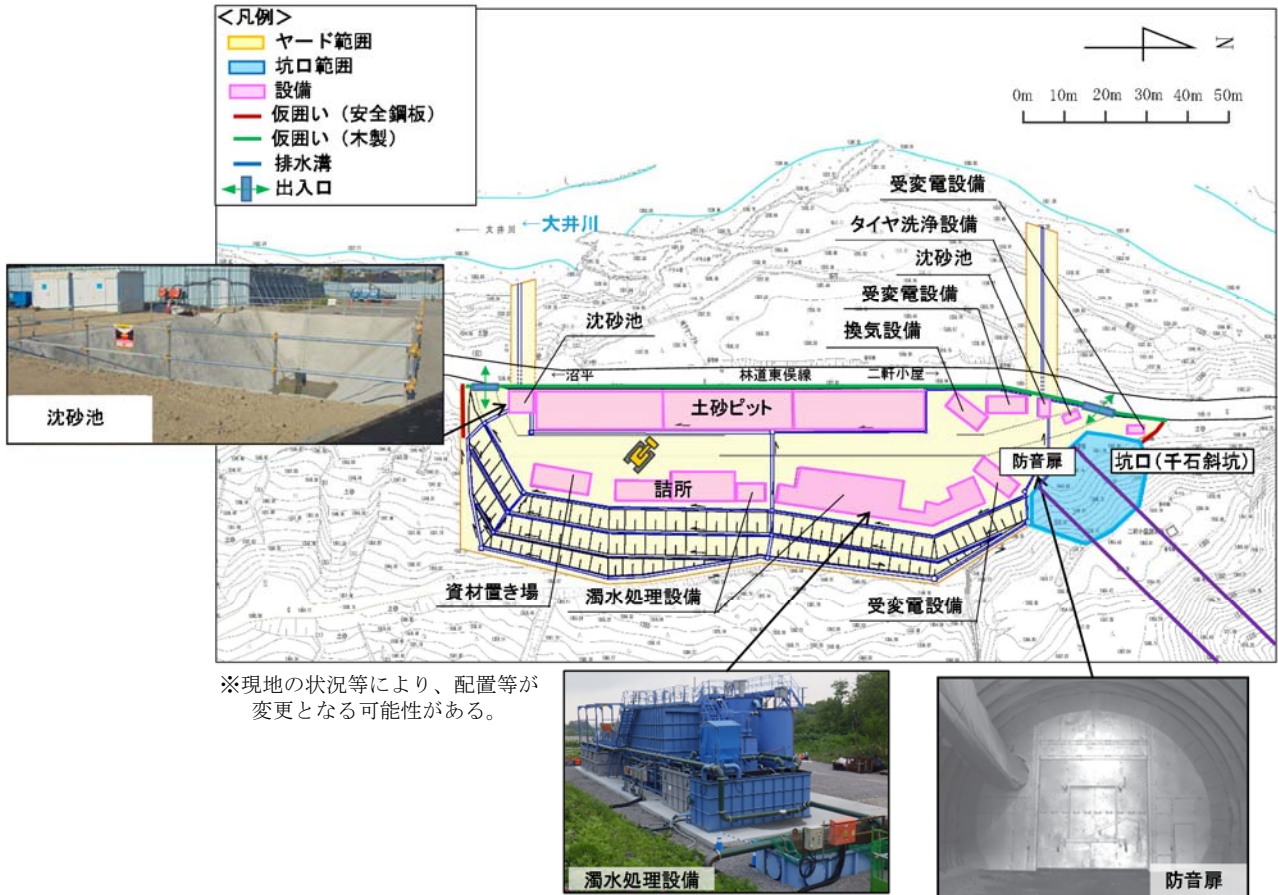


図 4.4 千石斜坑ヤードの計画図

③ 斜坑掘削段階

- ・施工ヤード内から、斜坑を掘削して行き、比較的小さな土被りで沢や大井川と交差し、その後、破碎質な地層の中を掘削して行きます。ボーリングにより常に前方探査を行い、河川・沢、断層や破碎質な箇所においては、補助工法（薬液注入や前方先受けなど）を併用しながら施工を進め、トンネル湧水量を計測します。また、沢や大井川との交差箇所については、トンネルが交差する前後において流況の変化を重点的に確認します。
- ・トンネルの施工を進めることにより、実際の地質状況が取得可能になります。さらに、破碎帯や地質の変化があった箇所では、掘削断面等の計測の頻度を上げたり岩石試験を行いながら、より詳細な地質の状況を把握します。

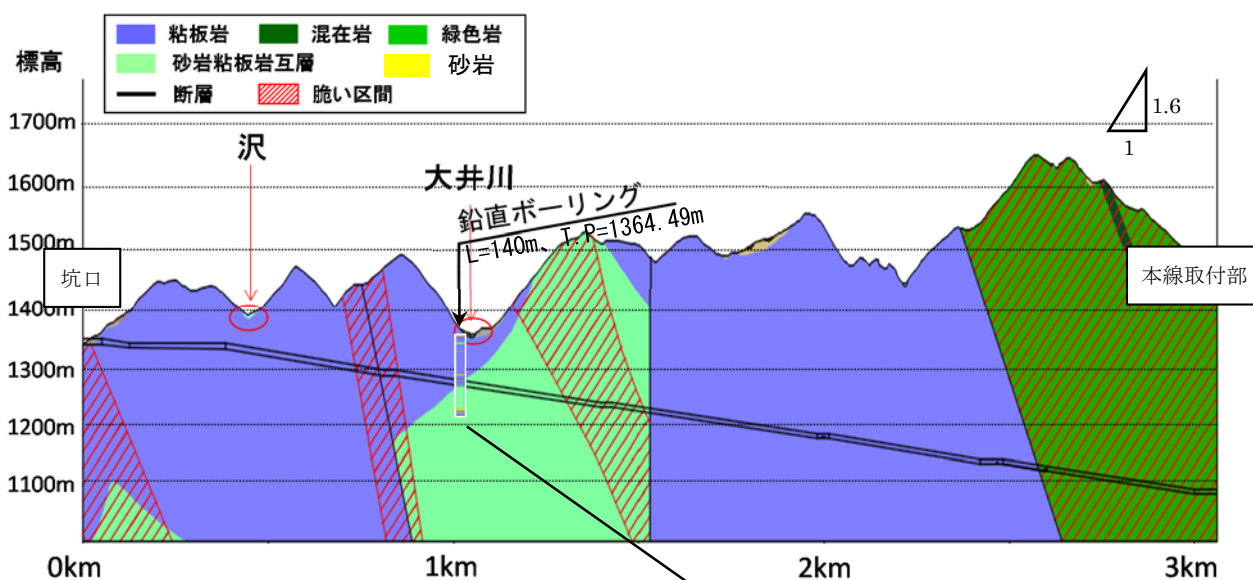
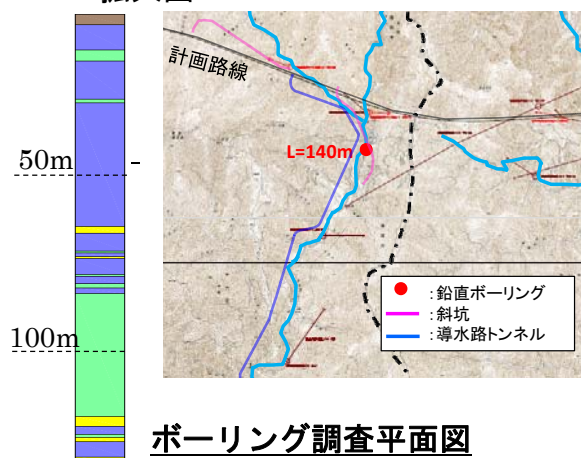


図 4.5 千石斜坑 縦断面図 拡大図

※地質については、既存文献、地表踏査、弾性波探査、ボーリング調査の結果をもとに、南アルプス全域の広域的な地質図を作成し、さらに斜坑や導水路トンネルの計画線においては、近傍で実施したボーリング調査等の情報を追加して地質縦断面図を作成しました。千石斜坑沿いでは、広域的な地質図と近傍で実施したボーリング結果が概ね一致しております。今後、斜坑の掘削を進めることで得られたデータをもとに地質縦断面図を更新してまいります。



ボーリング調査平面図

- ・トンネル施工においては、トンネル掘削中に計測されるトンネル湧水量の実測値と計画段階で実施した水収支解析による予測値（下図）とを比較することにより、実際の湧水量が予測値に対してどのような傾向を示すのかについて検証しつつ、その先の掘削にあたり湧水量を低減するための対策を実施しながら、トンネル湧水の揚水設備や濁水処理設備の施設計画の見直しを図りつつ慎重に進めてまいります。なお、トンネル湧水量については坑口での全体湧水量だけでなく、一定の区間ごとの湧水量についても計測し、どの付近から湧水が出ているのかを把握しながら掘削を進めてまいります。

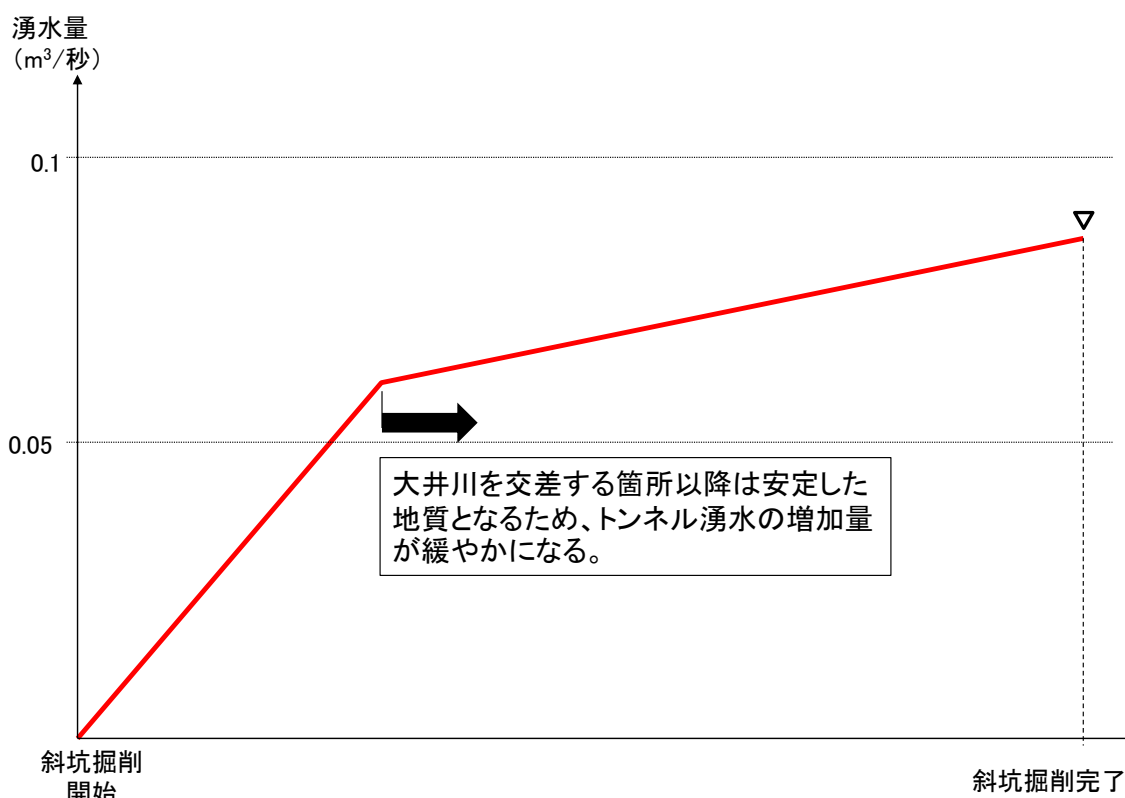


図 4.6 予測値から作成した千石斜坑の湧水量の推移

- ・また、地下水位について、田代付近に設置した観測井戸の水位を観測します。千石斜坑掘削時の観測井戸の地下水位の変化と水収支解析における地下水位低下量の予測値を比較することにより、実際の地下水位低下量が予測値に対してどのような傾向を示すかについて検証することができると考えています。
- ・モニタリング結果や実際の地質状況を踏まえたリスクの回避・低減については、解析による方法も含め、今後検討を深度化します。

2) 西俣斜坑

① 西俣斜坑の工事概要

- ・西俣斜坑は、全長約 3,490mであり、標高約 1,535mの地上部から標高約 1,210mの本坑との取付位置に向けて、下向きに約 10%の勾配で掘り進めていきます。

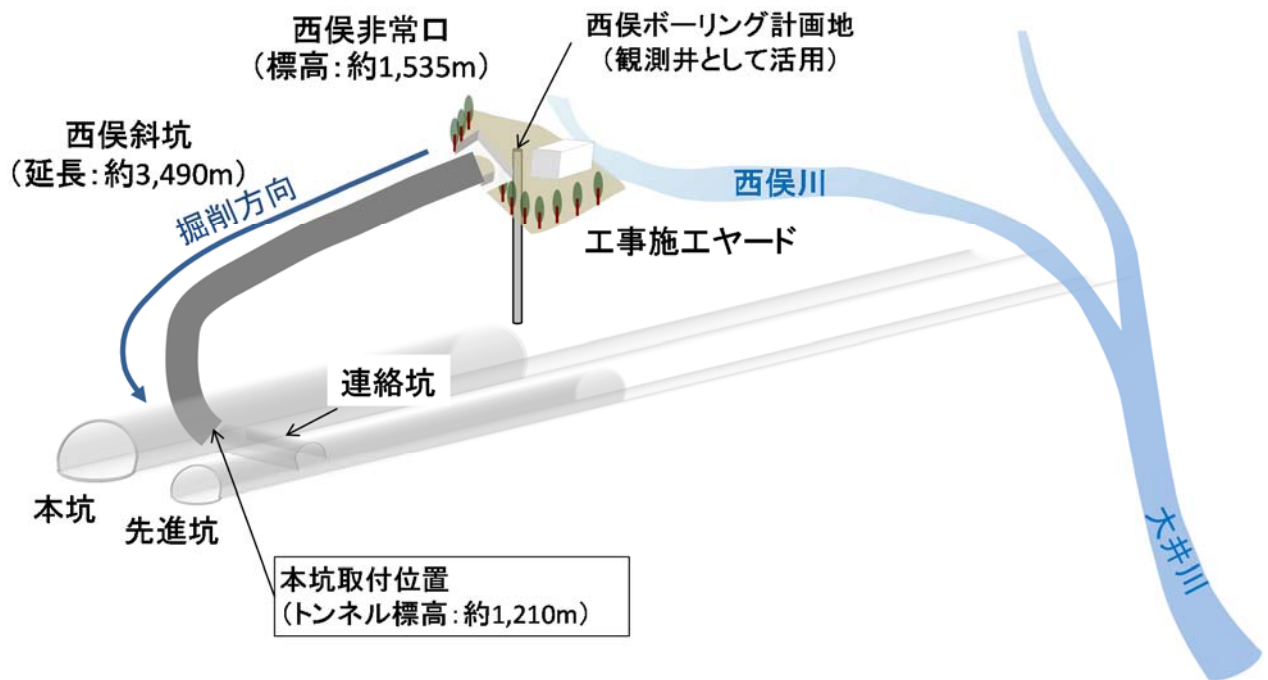


図 4.7 西俣斜坑 概念図

② 施工ヤードの整備（準備段階）

- ・施工ヤードは、過去に伐採され、他の事業で使用した工事ヤード跡地や人工林等を選定し、計画しています。
- ・斜坑掘削工事の前には、施工ヤード整備を行います。
- ・現状の平地を整地し、そこに、濁水処理設備やトンネル掘削土の仮置き場などを配置します。

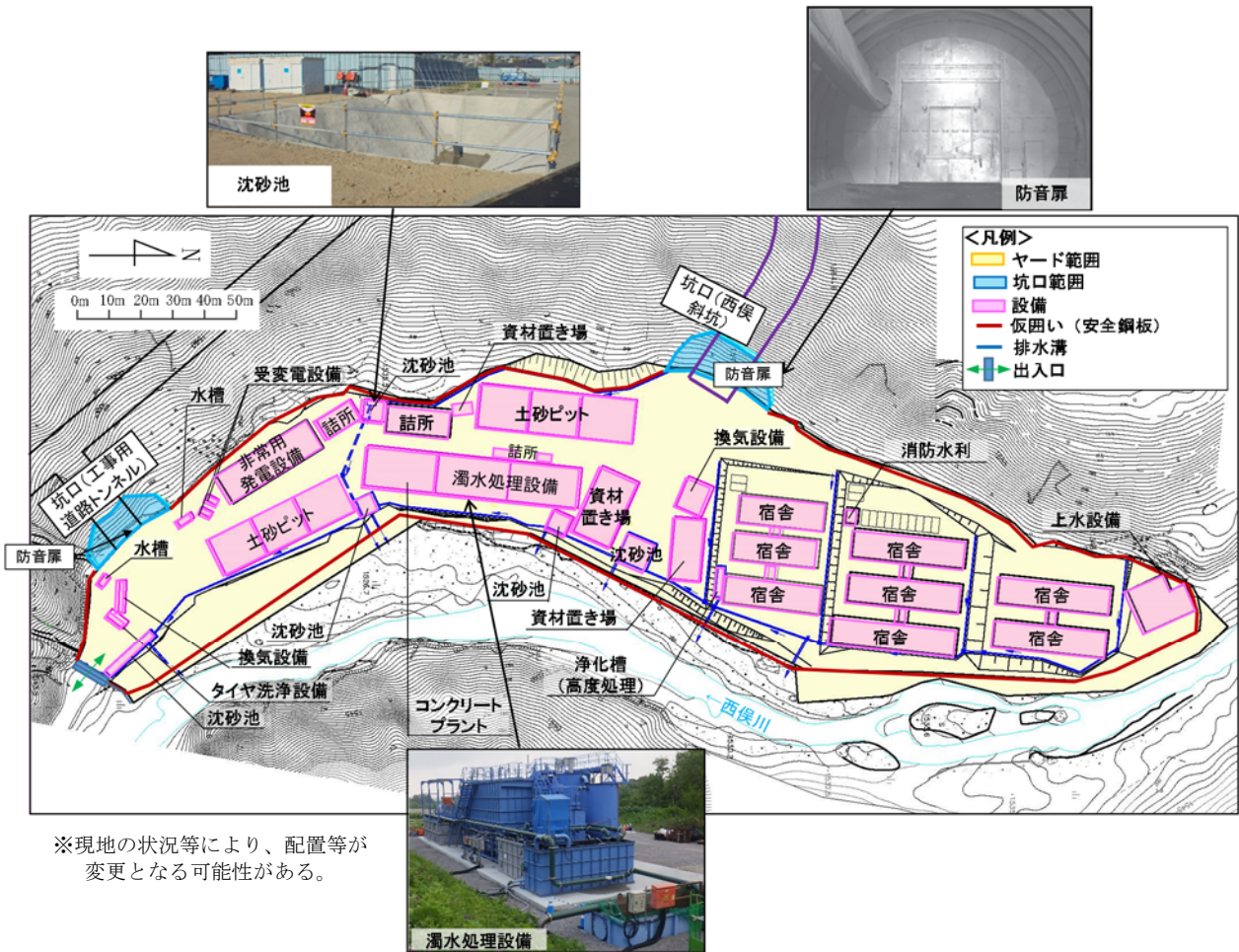


図 4.8 西俣斜坑ヤードの計画図

③ 斜坑掘削段階

- ・施工ヤード内から斜坑を掘削して行き、比較的小さな土被りで沢と断層を交差します。ボーリングにより常に前方探査を行い、河川・沢、断層や破碎質な箇所においては、補助工法（薬液注入や前方先受け工など）を併用しながら施工を進め、トンネル湧水量を計測します。また、沢との交差箇所については、トンネルが交差する前後において流況の変化を重点的に確認します。
- ・トンネルの施工を進めることにより、実際の地質状況が取得可能になります。さらに、破碎帯や地質の変化があった箇所では、掘削断面等の計測の頻度を上げたり岩石試験を行いながら、より詳細な地質の状況を把握します。

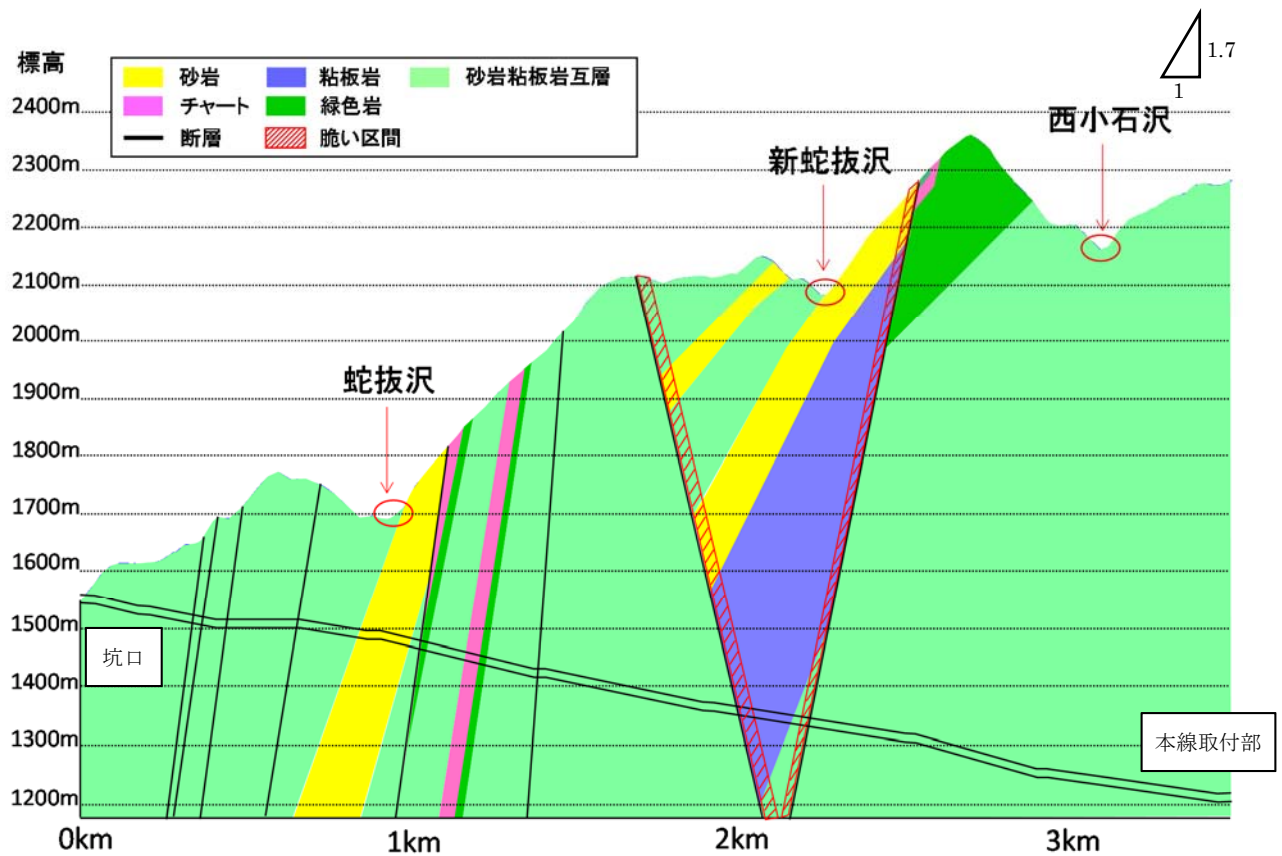


図 4.9 西俣斜坑 縦断図

- ・トンネル施工においては、トンネル掘削中に計測されるトンネル湧水量の実測値と計画段階で実施した水収支解析による予測値（下図）とを比較することにより、実際の湧水量が予測値に対してどのような傾向を示すのかについて検証しつつ、その先の掘削にあたり湧水量を低減するための対策を実施しながら、トンネル湧水の揚水設備や濁水処理設備の施設計画の見直しを図りつつ慎重に進めてまいります。なお、トンネル湧水量については坑口での全体湧水量だけでなく、一定の区間ごとの湧水量についても計測し、どの付近から湧水が出ているのかを把握しながら掘削を進めてまいります。

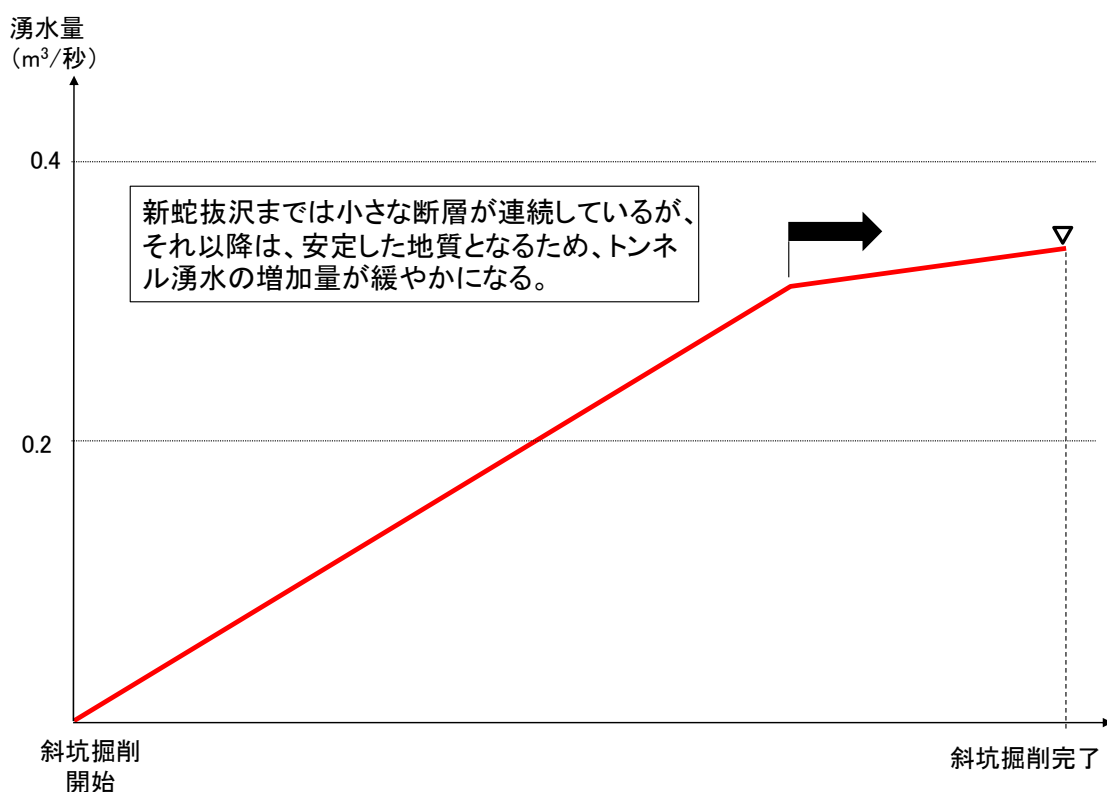


図 4.10 予測値から作成した西俣斜坑の湧水量の推移

- ・また、地下水位について、西俣非常口ヤードに設置する観測井戸で水位を観測します。西俣斜坑掘削時の観測井戸の地下水位の変化と水収支解析における地下水位低下量の予測値を比較することにより、実際の地下水位低下量が予測値に対してどのような傾向を示すかについて検証することができると考えています。
- ・モニタリング結果や実際の地質状況を踏まえたリスクの回避・低減については、解析による方法も含め、今後検討を深度化します。

3) 導水路トンネル

① 導水路トンネルの工事概要

- ・導水路トンネルは、全長約 11,400m であり、標高約 1,120m の地上部から標高約 1,135m の本坑との取付位置に向けて、上向きに約 0.1% の勾配で掘り進めていきます。

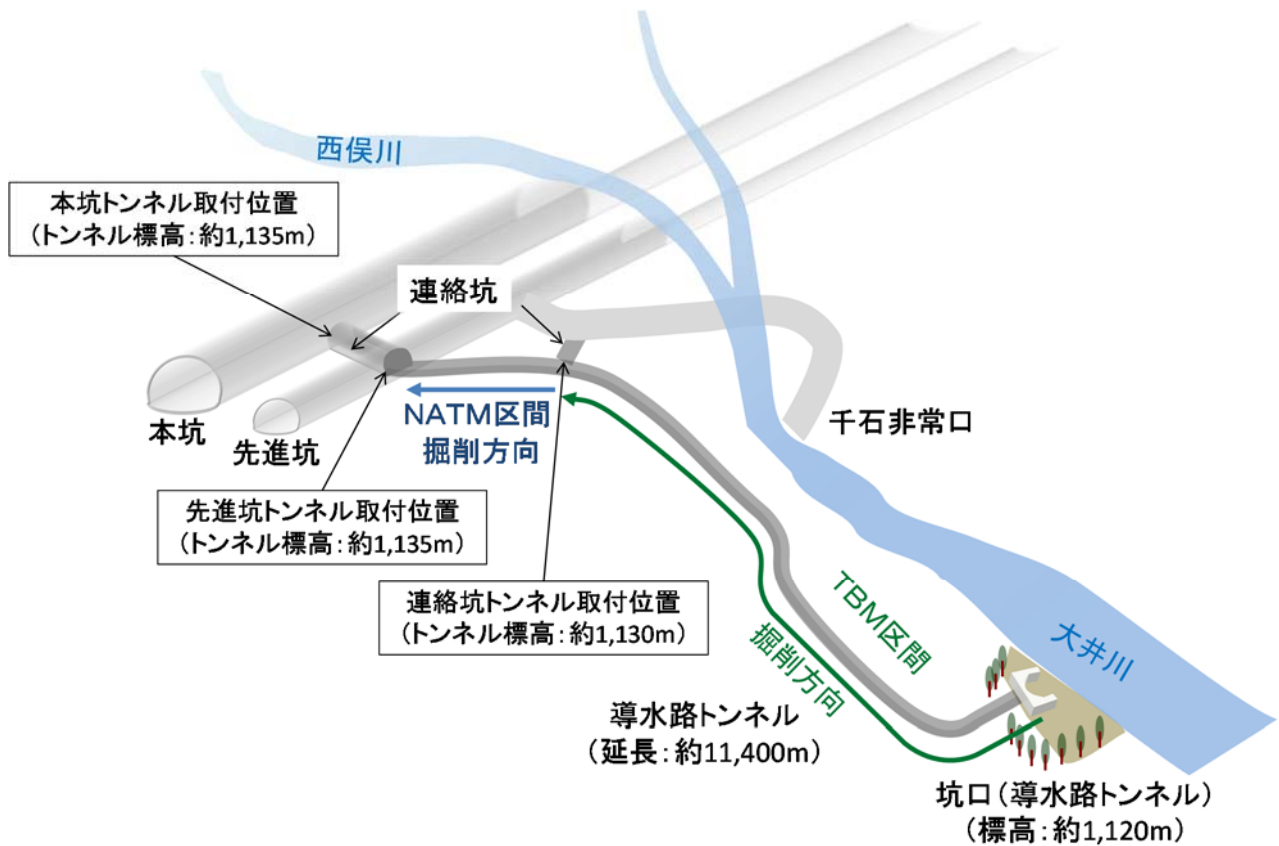


図 4.11 導水路トンネル 概念図

③ 導水路トンネル掘削段階

- ・施工ヤード内から導水路トンネルの掘削を開始し、比較的小さな土被りで沢や断層と交差する範囲は、トンネルボーリングマシン(TBM)を用いて、それ以外の範囲はNATMで掘進します。断層交差部においてはTBMの中からも前方探査を行い、補助工法(薬液注入や前方先受けなど)を併用しながら掘り進めます。また、沢との交差箇所については、トンネルが交差する前後において流況の変化を重点的に確認します。
- ・地質調査で想定した地質の状況は、トンネルの施工を進めることにより、断層や破碎質な箇所などの実際の地質状況が取得可能になります。

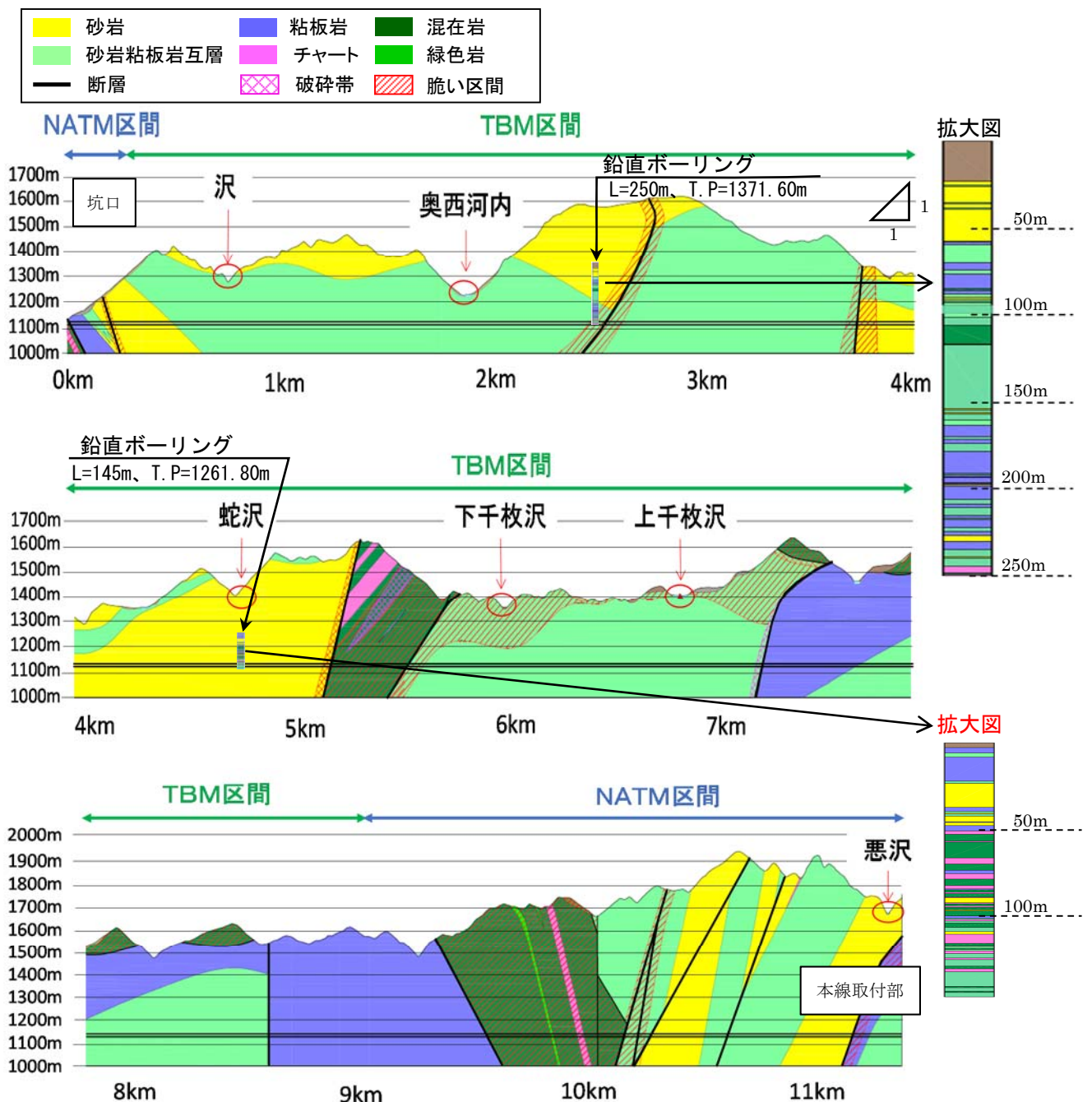


図 4.13 導水路トンネル 縦断図

※地質については、既存文献、地表踏査、弾性波探査、ボーリング調査の結果をもとに、南アルプス全域の広域的な地質図を作成し、さらに導水路トンネルの計画線においては近傍で実施したボーリング調査等の情報を追加して地質縦断面図を作成しました。鉛直ボーリングは、導水路トンネルルートから少し離れた大井川沿い谷部付近の2箇所で行っています。大井川沿いの谷部は、ボーリング調査で異なる岩種が繰り返し出現することを確認しました。導水路トンネルは、ボーリング調査において確認した異なる岩種が混在する区域を避け、西側の砂岩が分布すると想定している区域に計画しましたので、導水路トンネルの縦断面図とボーリング柱状図は一致していません。今後、導水路トンネルの掘削を進めることで得られたデータをもとに地質縦断面図を変更してまいります。

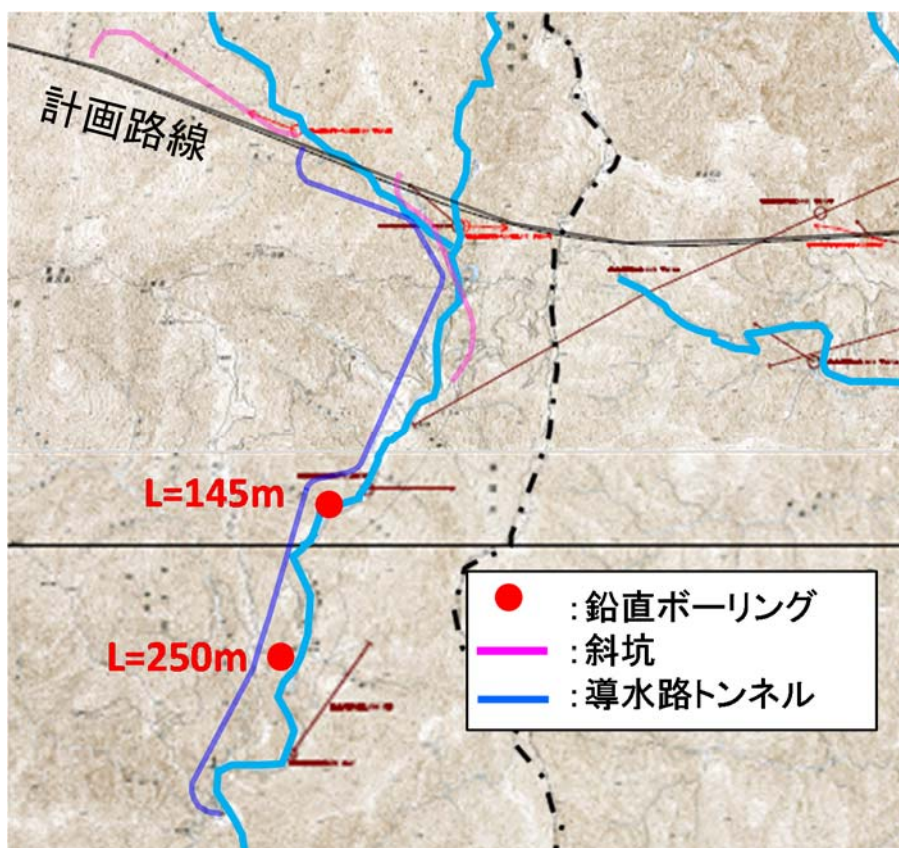


図 4.14 ボーリング調査平面図

- トンネル施工においては、トンネル掘削中に計測されるトンネル湧水量の実測値と計画段階で実施した水収支解析による予測値（下図）とを比較することにより、実際の湧水量が予測値に対してどのような傾向を示すのかについて検証しつつ、その先の掘削にあたり湧水量を低減するための対策を実施しながら、トンネル湧水の揚水設備や濁水処理設備の施設計画の見直しを図りつつ慎重に進めてまいります。なお、トンネル湧水量については坑口での全体湧水量だけでなく、一定の区間ごとの湧水量についても計測し、どの付近から湧水が出ているのかを把握しながら掘削を進めてまいります。

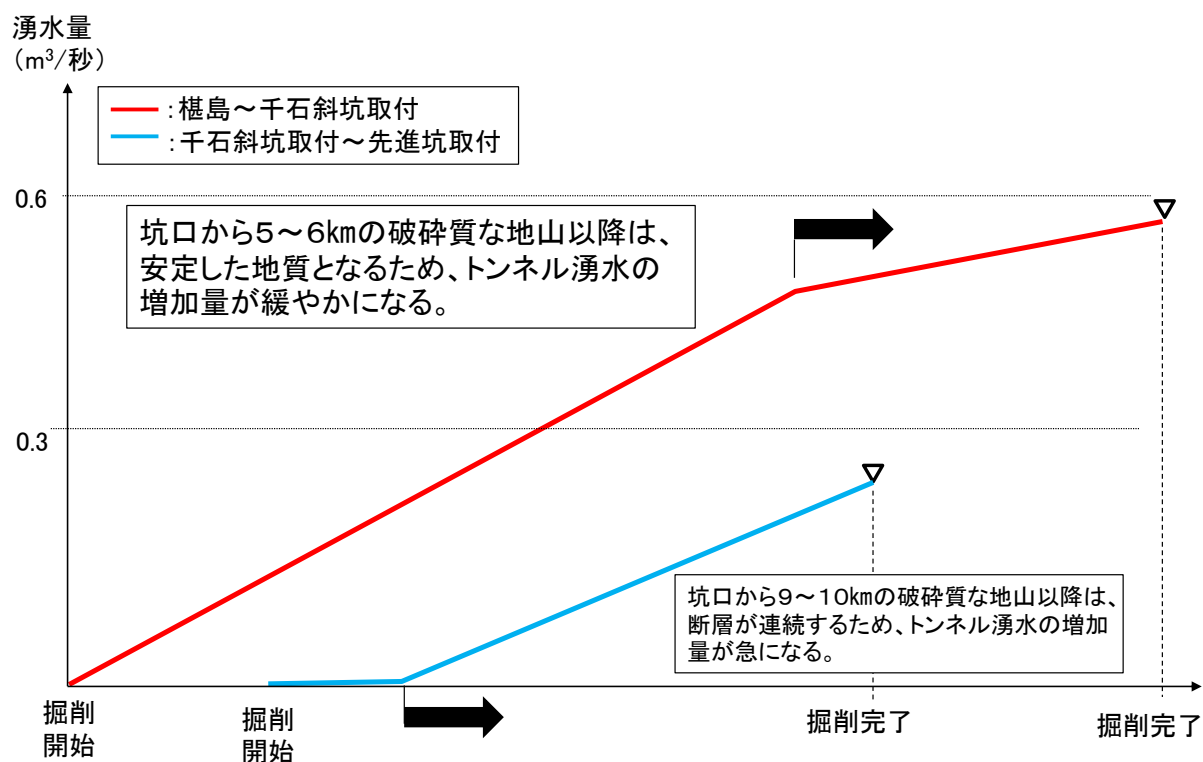


図 4.15 予測値から作成した導水路トンネルの湧水量の推移

- モニタリング結果や実際の地質状況を踏まえたリスクの回避・低減については、解析による方法も含め、今後検討を深度化します。

(4) 県境付近の断層帯掘削段階

- ・県境付近の断層帯付近の平面図、縦断面図(計画路線沿い)を以下に示します。

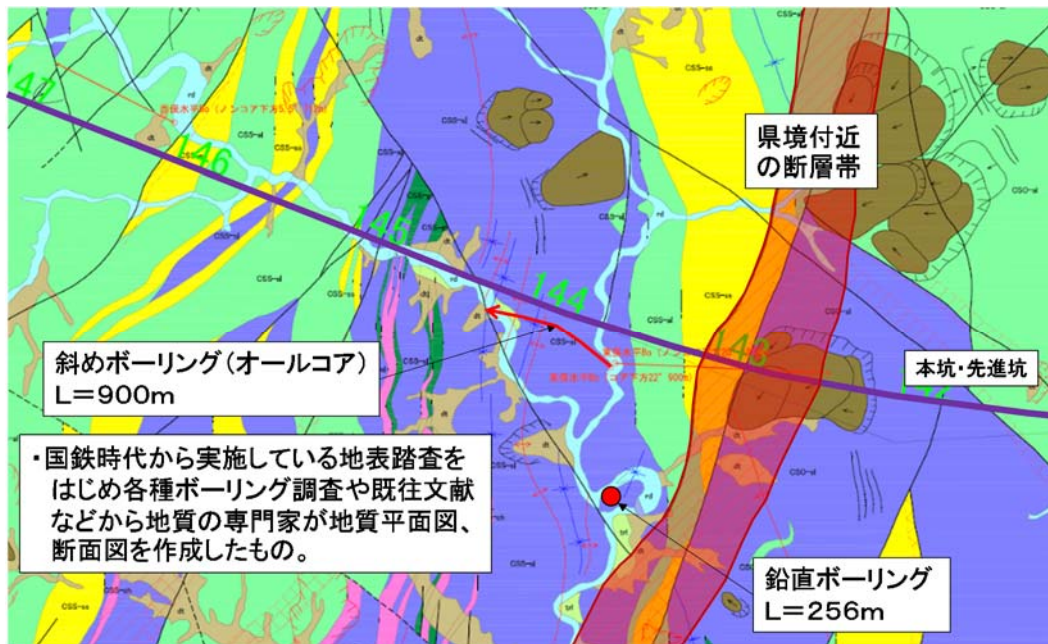


図 4.16 県境付近の断層帯付近の地質平面図

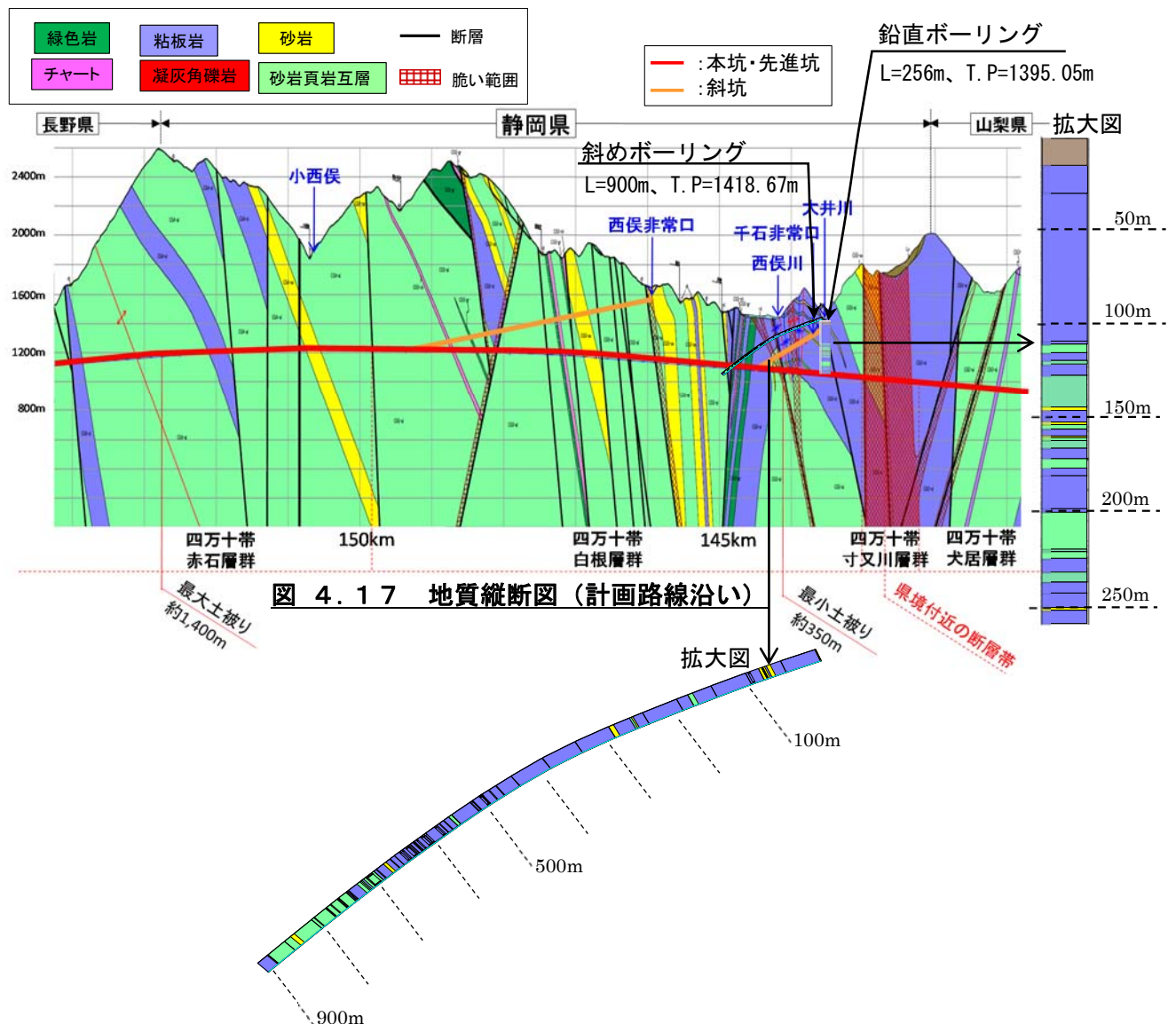


図 4.17 地質縦断面図(計画路線沿い)

※地質については、既存文献、地表踏査、弾性波探査、ボーリング調査の結果をもとに、南アルプス全域の広域的な地質図を作成し、さらに斜坑の近傍で実施したボーリング調査等の情報を追加して地質縦断図を作成しました。東俣周辺においては、広域的な地質図と近傍のボーリング結果が概ね一致しています。今後、斜坑や先進坑等の掘削を進めることで得られたデータをもとに地質縦断図を変更してまいります。

- ・工事の安全の観点から、山梨県側から掘削することを考えた場合、県境付近の断層帯の先進坑を掘削する段階においては、トンネル湧水が山梨県側に流出してしまうことから、先進坑切羽周辺からのコアボーリングにより地質の詳細な性状を把握し、薬液注入により脆い地山の改良や透水性の改善を図りトンネル湧水を低減します。
- ・薬液注入後のトンネル掘削時におけるトンネル湧水量などを基に、その先のトンネル掘削計画を随時見直し、慎重に施工してまいります。
- ・薬液注入によるトンネル湧水量の低減には限界があり、トンネル掘削を安全に進めるには、トンネル周辺の地下水位を下げる対策を取る必要が生じる場合もあると考えています。
- ・その対策を実施するにあたっては、河川流量に与える影響について、それまでに得られた地質データと坑内からの前方探査で得られたデータにより詳細な評価を行い対策の内容（静岡県側からのボーリングなど）について検討してまいります。
- ・評価や検討にあたっては、「土木事業における地質・地盤リスクマネジメントのガイドライン（令和2年3月 国土交通省大臣官房技術調査課ほか）」等を参考に専門技術者を参画させた特別な体制を構築します。
- ・山梨県側からの先進坑が県境付近の断層帯を抜け、静岡県側からの先進坑と貫通した段階からは、トンネル湧水は先進坑を通じて静岡県側にポンプアップします。県境付近の断層帯の本坑を山梨県側から掘削する際には、本坑を含めたトンネル湧水全量を確実に静岡県側にポンプアップできるよう、先進坑掘削時の各種データを活用してトンネル湧水量を予測し揚水設備の処理能力を整えます。これにより将来にわたり、静岡県内のトンネル湧水全量を大井川に流します。

(5) モニタリングの実施とデータ公開（各工事段階において共通）

第7回会議 資料6、第8回会議 資料5

5. 工事完了後における取組み

(1) モニタリングの実施とデータ公開

第7回会議 資料6、第8回会議 資料5

6. トンネル掘削に伴う水資源利用へのリスクとの対処（今後追加）

7. 大井川中下流域の水資源利用に影響が生じた場合の対応

- ・工事前・工事中・工事後も引き続き継続して河川流量、地下水位等を計測し、その変動を把握します。
- ・計測したデータ等を基に、水資源利用に影響があった場合には、トンネル掘削との因果関係の有無について客観的に公正な判断をいただけるように、公的な研究機関や専門家の方の見解が頂けるような仕組みを整えます。
- ・当社は、因果関係の有無について、その見解を尊重します。