

第1回リニア中央新幹線静岡工区有識者会議 ご説明資料

令和2年4月27日

東海旅客鉄道株式会社

1

はじめに

- 有識者会議においては、中央新幹線建設工事における大井川水系の水資源の確保及び自然環境の保全等に関する「引き続き対話を要する事項」（引き続き対話を要する47項目）を議論していくと伺っています。
- 本日は、その中でも国土交通省が特に大きな2つの論点として指摘している、
 - (1) トンネル湧水の全量の大井川表流水への戻し方
 - (2) トンネルによる大井川中下流域の地下水への影響について、当社がこれまで行ってきた説明を改めて整理の上、ご説明致します。
- なお、本日のご説明資料は、原則、静岡県中央新幹線環境保全連絡会議専門部会などの場で説明した資料を基に、本日の会議用に抽出・編集したものです。

2

本日ご説明するポイント

(1) トンネル湧水の全量の大井川表流水への戻し方

- ①環境アセスの中で実施した水収支解析の結果を踏まえ、導水路トンネルの設置とポンプアップによる対策を実施。
これにより、導水路トンネル出口より下流の大井川の河川表流水は減少しないと推測。
- ②工事中は、南アルプストンネルを念頭において開発した高速長尺先進ボーリングの実施等によりトンネル湧水量を低減。

(2) トンネルによる大井川中下流域の地下水への影響

トンネル工事は大井川の上流域であり、中下流域の地下水位に影響は生じないと推測しているが、地下水の水位や水質の監視を継続。

3

本日ご説明するポイント

(1) トンネル湧水の全量の大井川表流水への戻し方

- ①環境アセスの中で実施した水収支解析の結果を踏まえ、導水路トンネルの設置とポンプアップによる対策を実施。
これにより、導水路トンネル出口より下流の大井川の河川表流水は減少しないと推測。
- ②工事中は、南アルプストンネルを念頭において開発した高速長尺先進ボーリングの実施等によりトンネル湧水量を低減。

(2) トンネルによる大井川中下流域の地下水への影響

トンネル工事は大井川の上流域であり、中下流域の地下水位に影響は生じないと推測しているが、地下水の水位や水質の監視を継続。

4

トンネル水収支解析の概要①

平成31年1月25日「静岡県中央新幹線環境保全連絡会議地質構造・水資源専門部会へのご説明」資料を編集

○トンネル水収支解析の概要

- ・解析コードTOWNBY(「トンネル掘さくに伴う湧水とそれに伴う水収支変化に関する水文地質学的研究」(鉄道技術研究報告、1983年3月))(その後も改良)により実施。
- ・降水、蒸発散、地下水の浸透・流動、地表水の流出の水循環をモデルで再現し、トンネルを掘削した場合の地下水、地表水の変化を予測。

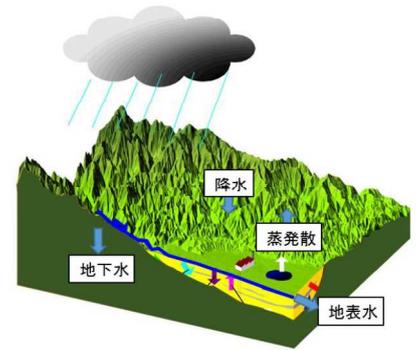


図 トンネル水収支モデルのイメージ

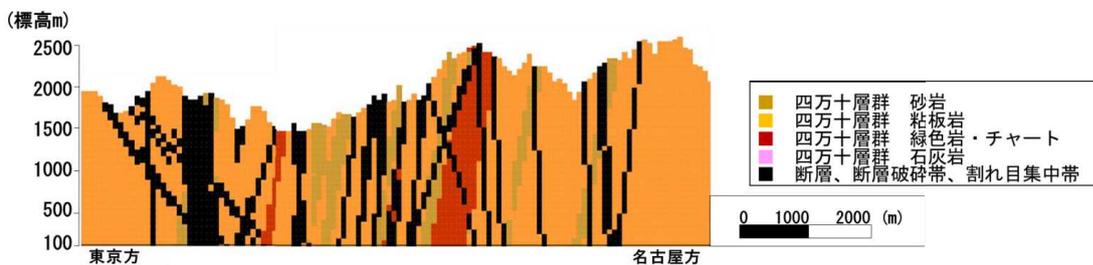
○トンネル水収支解析の手順

①解析範囲の設定

南アルプストンネル(長野・山梨を含む)を対象とし、大井川上流域を全て含む範囲

解析範囲
東西41.1km、南北25.2km、面積545.4km ²
鉛直方向100~3,225m
ブロックサイズ：100m×100m×25m (54,540個)

②地質の区分



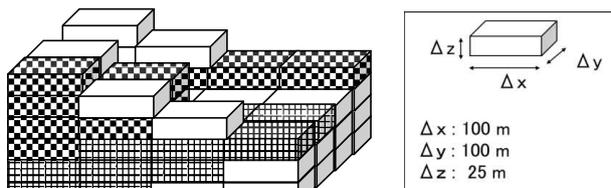
5

トンネル水収支解析の概要②

平成31年1月25日「静岡県中央新幹線環境保全連絡会議地質構造・水資源専門部会へのご説明」資料を編集

③地形・地盤モデルを作成

地表水および地下水の流動の場(入れもの)である地形起伏と地下地質構造を表現するモデル



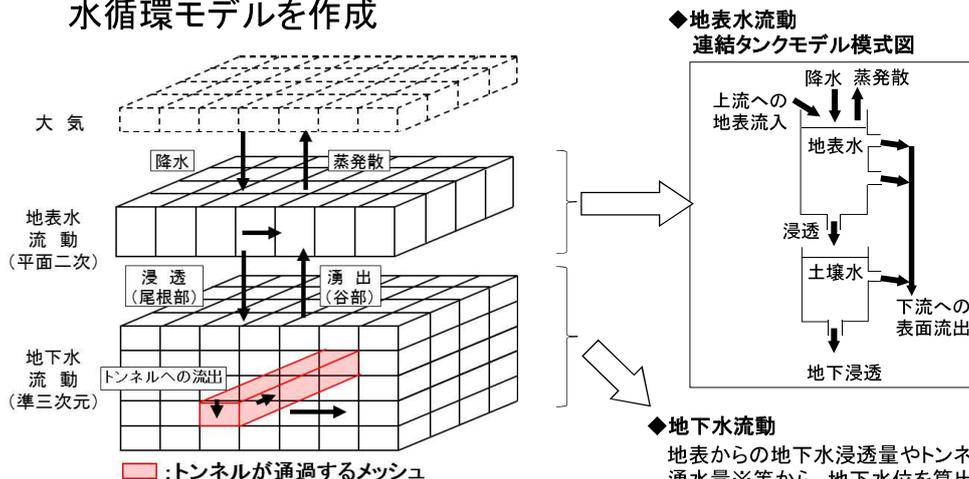
(各ブロックの模様の違いで地質の違いを表現している)

⑤透水係数、水頭などからトンネル湧水量等を推計

$$Q = \frac{2\pi k H}{\ln(2H/b) + (k/k_s) \ln(b/a)}$$

Q: トンネル湧水量(単位延長当たり)
 ks: 覆工構造物の透水係数
 k: 地盤の透水係数
 H: トンネルから地下水面までの高さ
 a, b: トンネル内径、外径

④大気—地表—土壌—地下水—地表水の水循環モデルを作成

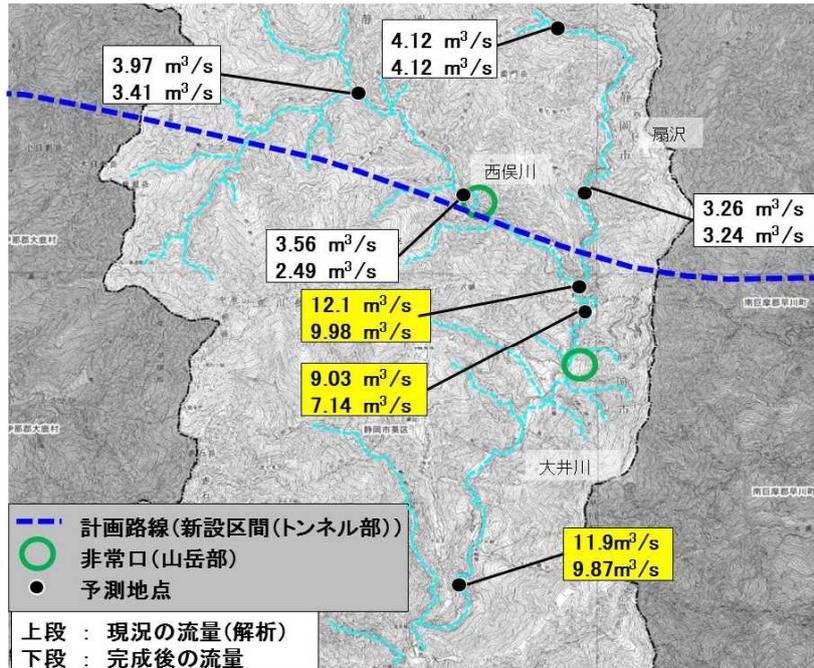


6

トンネル水収支解析結果

平成27年3月10日「平成27年度 第4回静岡県中央新幹線環境保全連絡会議」資料を編集

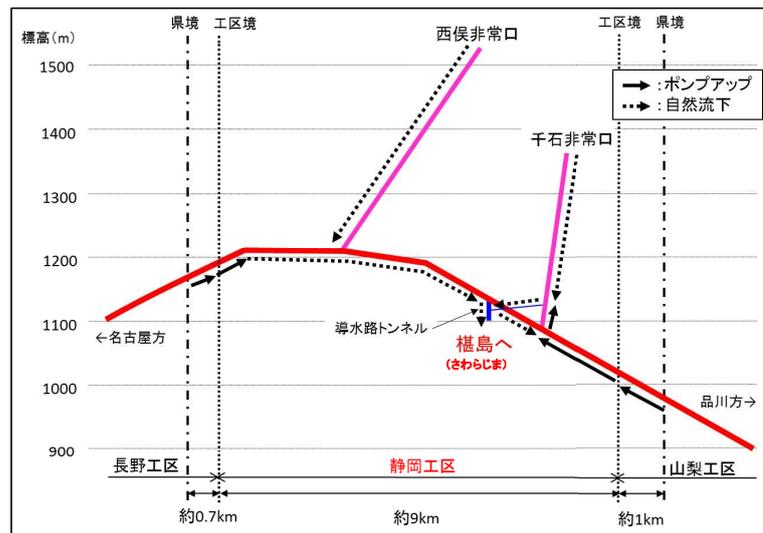
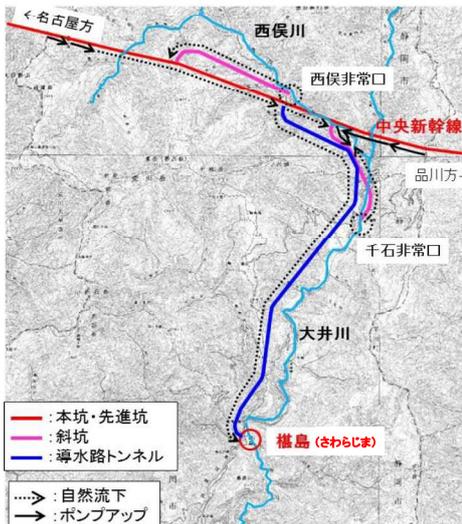
- 一部の河川において河川流量に影響があると予測(最大で約2m³/s)
 - ただし、トンネル内に水の出やすい条件※で予測
 - ※覆工コンクリート、防水シート及び薬液注入工などを実施しない条件
- 環境大臣意見を勘案した国土交通大臣意見受領(2014.7)
 - 河川水の利用への影響回避に関して
 - 「専門家の意見を踏まえて、適切な対策を実施すること」



トンネル湧水の戻し方

平成31年4月15日「静岡県中央新幹線環境保全連絡会議地質構造・水資源専門部会へのご説明」資料を編集

- 専門家による委員会を開催。河川流量の減少に対して「導水路トンネル」により湧水を自然流下させるとともに、必要により湧水をポンプアップすることで影響回避。
- その後、流域の方々の不安解消のために、河川流量の減少分だけではなく、トンネル湧水をポンプアップすることで全量を流すことを表明。
- 導水路トンネル完成までの間、トンネル湧水はポンプアップし、西俣非常口から西俣川へ、千石非常口から大井川に流す。
- 導水路トンネルおよび先進坑の貫通後は、静岡県内で発生したトンネル湧水は、将来にわたって、一部の区間はポンプアップにより、全量を導水路トンネルにより大井川に流す。



中下流域の河川表流水は減少しないと推測

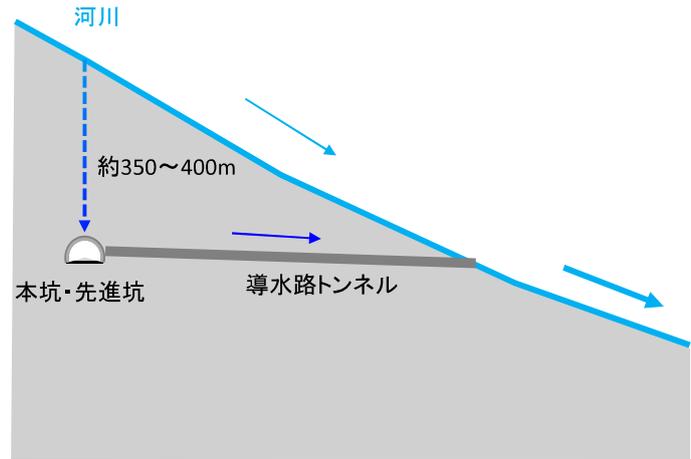
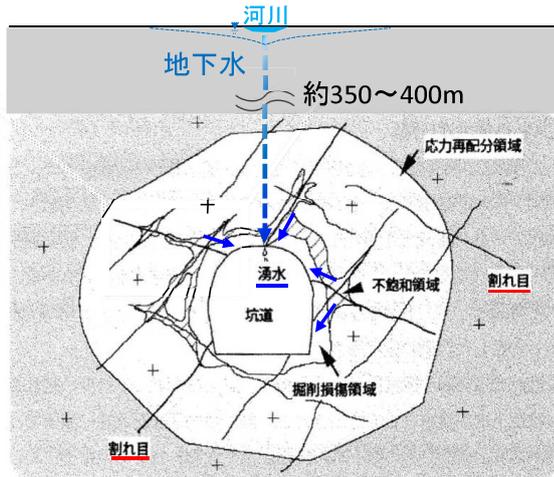
令和2年1月24日「中央新幹線建設工事における大井川水系の水資源の確保及び自然環境の保全等に関する引き続き対話を要する事項に対する再見解(その1、その2)」及び令和2年2月7日自民党静岡県議会議員自民改革会議へ説明した資料を編集

○トンネル湧水量は河川流量の減少分よりも多い

- ・トンネル内に発生する湧水には、河川を流れる表流水から地中に浸透し流れ込むもの(河川流量の減少分)に加え、周辺の地下に溜まっている水が岩盤の微小な亀裂や割れ目から湧き出るものも含まれるので、トンネル湧水量は河川流量の減少分より多くなるとされている。
- ・トンネル掘削工事により発生する湧水を、導水路トンネルで自然流下させることに加え、導水路トンネル取付位置までポンプアップすることで全量を河川に流すので、導水路トンネルより下流側の河川流量は減らないことになる。
- ・工事期間中にトンネル湧水の一部が県外に流出しても、水収支解析によれば、工事のどの段階においても大井川の河川流量は減少しないと推測。

水収支解析を実施し、水資源への影響の程度を予測

(トンネル湧水量計) 約2.67m³/秒 > (河川流量減少量) 約2m³/秒



【出典】トンネル・ライブラリー第18号
「より良い山岳トンネルの事前調査・事前設計に向けて」(土木学会) <一部追記>

9

本日ご説明するポイント

(1) トンネル湧水の全量の大井川表流水への戻し方

- ①環境アセスの中で実施した水収支解析の結果を踏まえ、導水路トンネルの設置とポンプアップによる対策を実施。
これにより、導水路トンネル出口より下流の大井川の河川表流水は減少しないと推測。
- ②工事中は、南アルプストンネルを念頭において開発した高速長尺先進ボーリングの実施等によりトンネル湧水量を低減。

(2) トンネルによる大井川中下流域の地下水への影響

トンネル工事は大井川の上流域であり、中下流域の地下水位に影響は生じないと推測しているが、地下水の水位や水質の監視を継続。

10

- 1) 高速長尺先進ボーリング及びコアボーリングによる前方探査と破砕帯への薬液注入等によるトンネル湧水量低減
- 2) 県境付近のトンネル湧水は、本坑掘削に先立って貫通させる先進坑に釜場を設置し、静岡県側にポンプアップすることで県外流出量を低減

1) 高速長尺先進ボーリング及びコアボーリングによる前方探査と破砕帯への薬液注入等によるトンネル湧水量低減①

令和元年9月6日「中央新幹線建設工事における大井川水系の水資源の確保及び水質の保全等に関する中間意見書に対する回答」を編集

○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

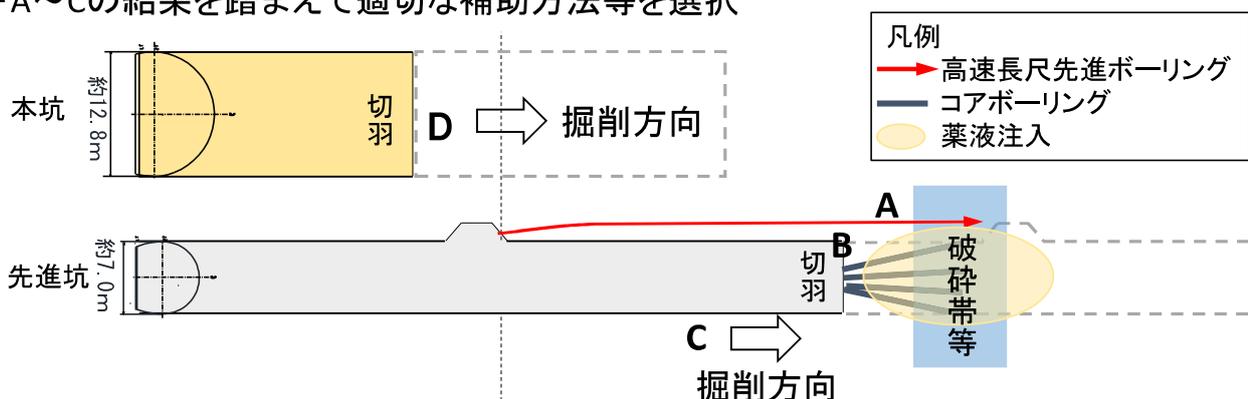
- ・破砕帯等や湧水量の変化が著しい場所、地質の変化が想定された箇所等で実施し、透水係数などの物性値を把握

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



1) 高速長尺先進ボーリング及びコアボーリングによる前方探査と破碎帯への薬液注入等によるトンネル湧水量低減②

令和元年9月6日「中央新幹線建設工事における大井川水系の水資源の確保及び水質の保全等に関する中間意見書に対する回答」を編集

○高速長尺先進ボーリングの特徴

- ・約1,000m前方の水平掘削において、従来の工法では困難であった高速掘削やボーリング先端位置の把握及び掘進方向のコントロールが可能であるなどの特徴

高速長尺先進ボーリングと従来の工法との比較

項目	高速長尺先進ボーリング (FSC100)		従来の工法 (ワイライン工法等)	
	掘削距離	特徴	掘削距離	特徴
水平掘削の方向制御	約1,000m可	○	約100mまで	×
施工速度	約20m/日	○	約6m/日	×
不良地山への適応範囲	比較的広い	△	比較的狭い	×
地質情報	掘削土等	△※	コア採取	○

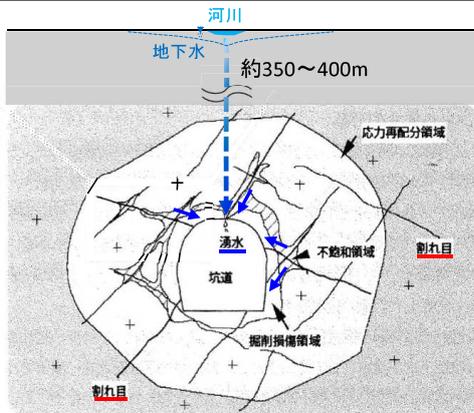
※岩石試料や掘削時の削孔エネルギーなどから地質情報の把握が可能

1) 高速長尺先進ボーリング及びコアボーリングによる前方探査と破碎帯への薬液注入等によるトンネル湧水量低減③

令和2年1月24日「中央新幹線建設工事における大井川水系の水資源の確保及び自然環境の保全等に関する引き続き対話を要する事項に対する再見解(その1、その2)」及び令和2年2月7日自民党静岡県議会議員自民改革会議へ説明した資料を編集

- ・実際のトンネル掘削においては、吹き付けコンクリート、防水シート、覆工コンクリートを施工することから、水収支解析で推定したトンネル湧水量を低減させることが可能と考えている。
- ・また、破碎帯等においては、薬液注入などの補助工法も実施し、透水性を改善させ、トンネル湧水が通過しづらくする。

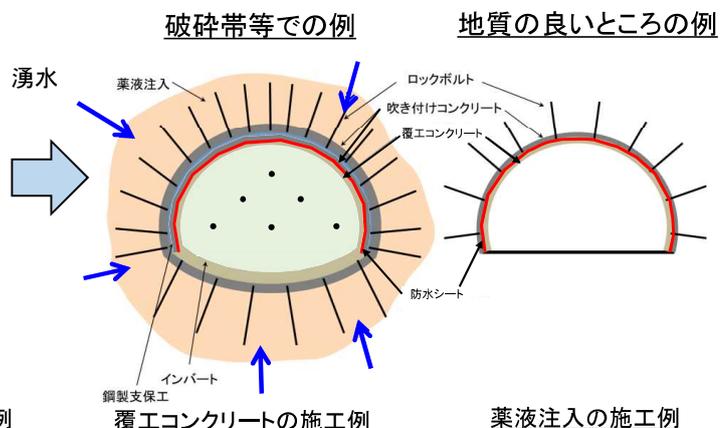
水収支解析の前提とした素掘りのトンネル



吹付コンクリートの施工例

防水シートの施工例

実際のトンネル



覆工コンクリートの施工例

薬液注入の施工例



(太平洋マテリアル株式会社 製品紹介HPより抜粋)



(国土交通省 中国地方整備局 山口河川国道事務所HPより抜粋)



(福井県 敦賀土木事務所 道路改良主要事業HPより抜粋)

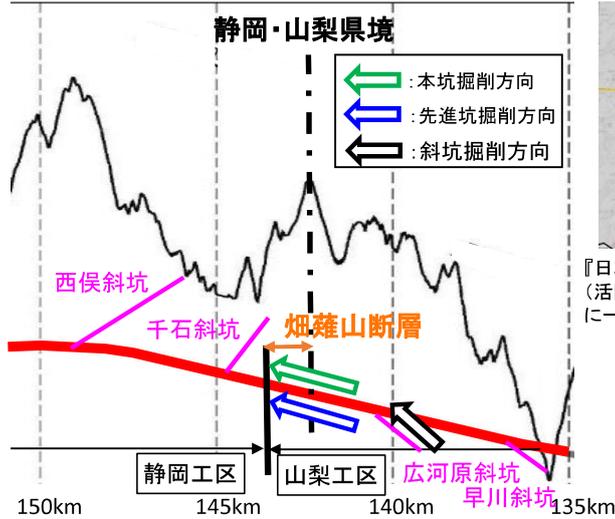


(ライト工業㈱、「トンネル工事の補助工法」(2013年4月)より抜粋)

2) 県境付近のトンネル湧水は、本坑掘削に先立って貫通させる先進坑に釜場を設置し、静岡県側にポンプアップすることで県外流出量を低減①

令和2年1月24日「中央新幹線建設工事における大井川水系の水資源の確保及び自然環境の保全等に関する引き続き対話を要する事項に対する再見解(その1、その2)」を編集

○工事の安全のため、県境付近は山梨・長野側からの掘削が必要



『日本の活断層』(活断層研究会、1991)に一部加筆

・山梨県境付近には、畑薙山断層があり、これまでの当社のボーリング調査の結果から計画路線付近で約800m程度の範囲において、破碎質な地質が繰り返し出現していることを確認。

- ・工学的な見地から、突発湧水が懸念される断層破碎帯におけるトンネル掘削は安全上、上り勾配(挿み)施工とすることが基本。
- ・静岡県のトンネル工学の専門家も当社と同意見。

<下り勾配(突込み)施工>



- ・突発湧水時に切羽付近に一気に湧水が湧出し、ポンプ設備により汲み上げるものの、水没するリスクがある。

<上り勾配(挿み)施工>



- ・突発湧水時に切羽からの湧水が自然流下し、切羽付近には湧水が溜まることのないため、水没することはない。

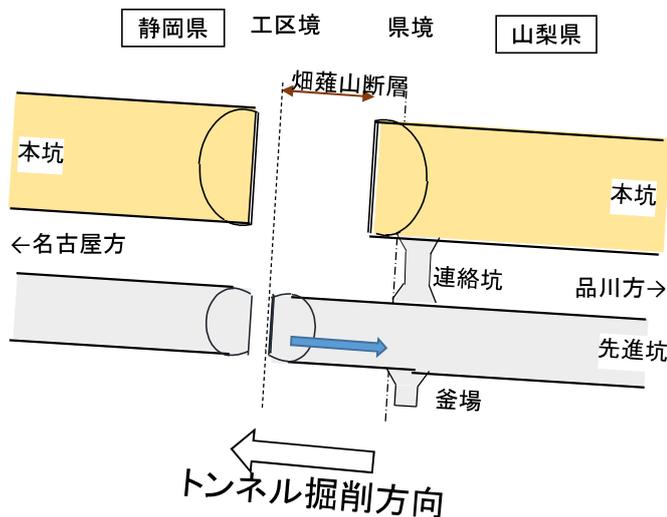
2) 県境付近のトンネル湧水は、本坑掘削に先立って貫通させる先進坑に釜場を設置し、静岡県側にポンプアップすることで県外流出量を低減②

令和2年1月24日「中央新幹線建設工事における大井川水系の水資源の確保及び自然環境の保全等に関する引き続き対話を要する事項に対する再見解(その1、その2)」を編集

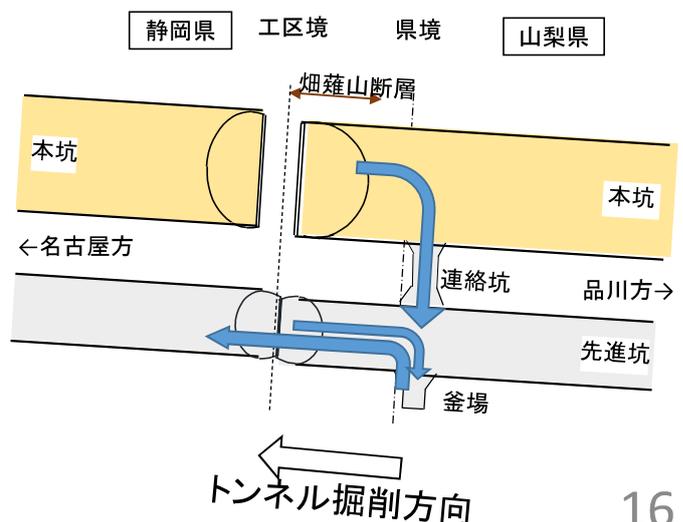
○山梨県境付近での掘削、ポンプアップ計画(イメージ)

- ・先進坑貫通後は、山梨県と静岡県の県境位置に設置した釜場を活用し、静岡県内の先進坑の湧水を静岡県側にポンプアップ。
- ・これにより県外流出するトンネル湧水量を極力低減。

先進坑貫通まで



先進坑貫通後
(本坑貫通まで)



本日まで説明するポイント

(1) トンネル湧水の全量の大井川表流水への戻し方

- ①環境アセスの中で実施した水収支解析の結果を踏まえ、導水路トンネルの設置とポンプアップによる対策を実施。
これにより、導水路トンネル出口より下流の大井川の河川表流水は減少しないと推測。
- ②工事中は、南アルプストンネルを念頭において開発した高速長尺先進ボーリングの実施等によりトンネル湧水量を低減。

(2) トンネルによる大井川中下流域の地下水への影響

トンネル工事は大井川の上流域であり、中下流域の地下水位に影響は生じないと推測しているが、地下水の水位や水質の監視を継続。

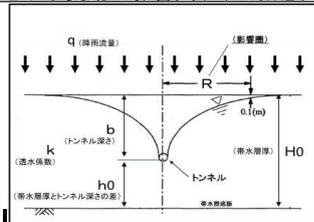
トンネル掘削は中下流域の地下水位に影響しないと推測①

令和2年1月24日「中央新幹線建設工事における大井川水系の水資源の確保及び自然環境の保全等に関する引き続き対話を要する事項」に対する再見解(その1、その2)及び令和2年2月7日自民党静岡県議員自民改革会議へ説明した資料を編集

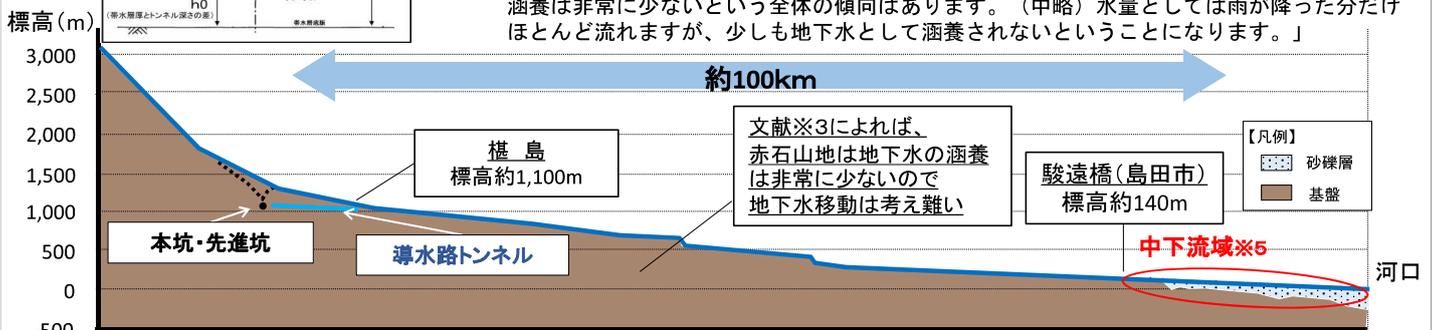
○ 大井川の中下流域はトンネル掘削箇所から約100km離れている。

○ トンネル掘削時に地下水変動が起こる影響圏は、鉄道建設で一般的に使われる高橋(1962)^{※1}に基づけば約3km、西垣ら(2004)^{※2}に基づけば約14km。

地下水変動の影響圏(R)の概念図



- ※1. 高橋彦治(1962)「トンネル湧水に関する応用地質学的考察」鉄道技術研究報告No279
- ※2. 西垣誠、小松満、入江彰、矢野耕一郎、太田拓郎(2004)「山岳トンネル掘削時の地下水変動の簡易的予測法と適用性」土木学会論文集No778
- ※3. 土隆一 建設省中部地方建設局静岡河川工事事務所第7回静岡河川セミナー「静岡県の地下水について」(1992)
～「ぐっと押されて赤石山地はできたのです。(中略)圧縮された割れ目なので(中略)地下水の涵養は非常に少ないという全体の傾向はあります。(中略)水量としては雨が降った分だけほとんど流れますが、少しも地下水として涵養されないということになります。」



○ 山梨実験線や新東名の工事において、一部で局所的に水枯れが発生したが、いずれも、トンネルの近傍での事象。

○ 大井川扇状地の地下水は、大井川の河川表流水により供給されていること^{※4}から、トンネル湧水を大井川に戻し、河川表流水が減らなければ、中下流域^{※5}の地下水位は低下しないと考えられる。^{※4} 県の環境衛生科学研究所のレポートを含む、複数の科学的な調査の結論。
^{※5} 「平成31年度 公共用水域及び地下水の水質測定計画(静岡県くらし・環境部環境局生活環境課)」での名称

- 当社は、環境影響評価の段階から一貫して、南アルプストンネルの建設に伴い大井川の水資源利用にご迷惑をおかけしないという考えです。
- 国土交通省が立ち上げられた、この有識者会議における議論や意見に対し、誠実に対応してまいりたいと考えています。