

# 「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

平成31年1月25日(金)

東海旅客鉄道株式会社

1

## 本日のご説明内容

---

### 〇はじめに

・平成30年11月21日の第8回静岡県中央新幹線環境保全連絡会議でのご説明を踏まえ、平成30年12月28日に静岡県中央新幹線対策本部からの質問書を頂き、平成31年1月11日に回答書を県に送付しました。

・同質問書で意見交換が重要とあった【地質構造・水資源編】「総論」、「水資源の影響予測の検証」の質問1～10の回答と、「水質の保全」と「下流域地下水への影響」について、ご説明させて頂き、その他の項目は、事前に送付した回答書についてのご質問にご説明することとさせて頂きます。

2

## 質問1の内容

### 質問1

- ・現在の科学技術では確定的には実現象をモデルで再現できない。
- ・再現性の不確実性は、リスクの推定の不確実性に直接影響するものである。
- ・トンネル工事に伴う全体の影響予測の中で、どこに不確実性が存在し、その不確実性の大きさがどの程度かをどのように推定しているのか、及びその不確実性の存在を前提として、どのように管理する方針であるのかの基本的考え方を説明願う。

※ 質問書の文章を当社で要約して編集。

3

## 質問1に対する当社の回答

### ○水資源に与える影響の予測

- ・環境影響評価準備書(平成25年9月)において、水資源に与える影響の程度を予測するため、水収支解析を実施しました。

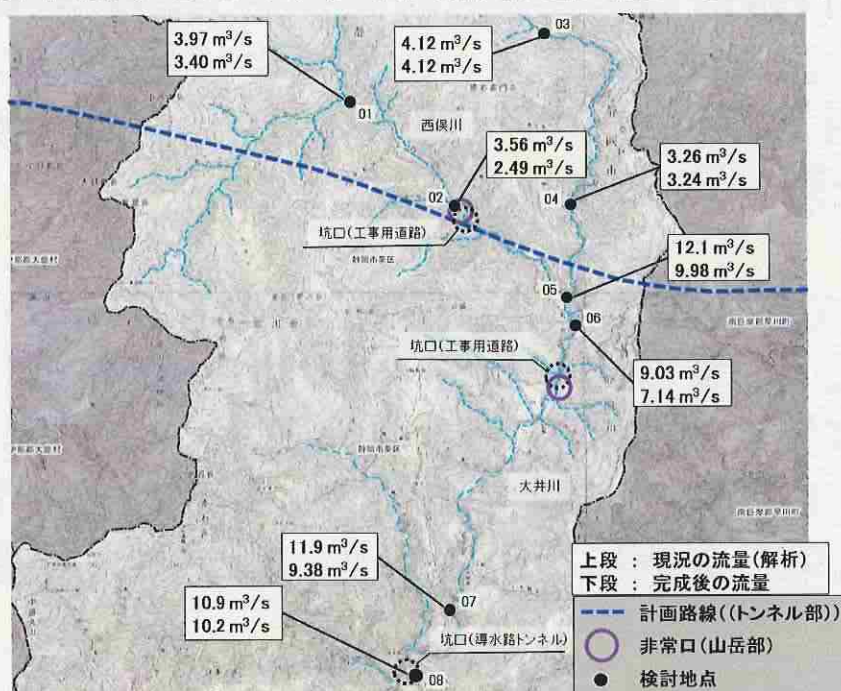


図 水収支解析の予測結果

4

## 質問1に対する当社の回答

### ○水収支解析での解析条件

- ・トンネル掘削状況を考慮し、トンネル湧水量を算出するトンネルモデルにおいて、覆工コンクリート、防水シート、薬液注入など環境保全措置を何も行わない条件で計算しています。
- ・地質構造を地質調査の結果に基づき設定しています。

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

□ 内の値は0として計算

Q : トンネル湧水量  
k<sub>s</sub> : 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

「グラウトによるトンネル湧水量変化解析」トンネルと地下、vol.11、No.10、1980年10月

出典：中央新幹線（東京都・名古屋市区間）環境影響評価書 資料編 6章水資源 6-1 水収支解析について

5

## 質問1に対する当社の回答

### ○河川流量等の事後調査

- ・環境影響評価法に基づき河川流量等の事後調査を実施することとし、既に着手し、今後も継続してまいります。



図 河川流量の計測地点

6

## 質問1に対する当社の回答

### ○先進ボーリング等

- ・工事にあたっては、トンネル掘削に先立ち、先進ボーリング等、最先端の探査技術を用いて地質や地下水の状況を慎重に確認していきます。



図 先進ボーリングの概要図

7

## 質問1に対する当社の回答

### ○トンネル工事に伴う河川流量減少量の把握

- ・環境影響評価法に基づく国土交通大臣からの意見を踏まえ、専門家で構成する大井川水資源検討委員会での助言を得て、河川流量等の計測及びトンネル工事に伴う河川流量の減少量の把握を行います。

※トンネルがない場合の河川流量を推計し、工事中の河川の実測流量との差を工事による減少量として算出することを考えています。

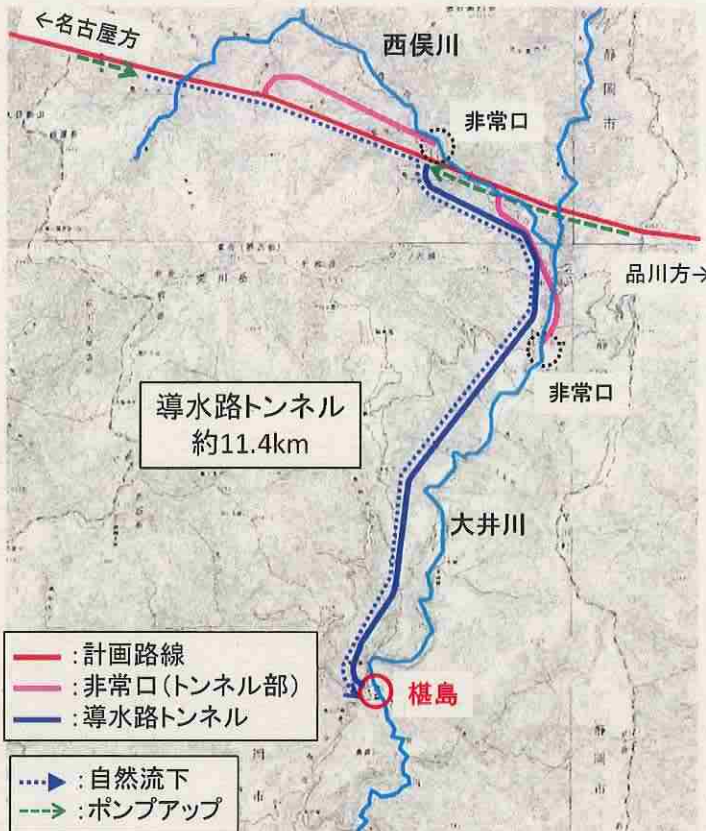


図 工事による河川流量の減少量の把握イメージ

8

## 質問1に対する当社の回答

### ○導水路トンネルとポンプの設置



- ・導水路トンネルを設置し、トンネル湧水を自然流下により恒久的かつ確実に大井川に流します。
- ・大井川利水関係協議会から書面にて「トンネル湧水の全量が大井川水系に戻すこと」というご要望を踏まえ、静岡県内で湧出するトンネル湧水の全量を流すことが可能なポンプを設置することとします。
- ・トンネル工事の開始にあたり、静岡県内に湧出するトンネル湧水の全量が大井川に流す措置を実施するものとします。

9

## 質問1に対する当社の回答

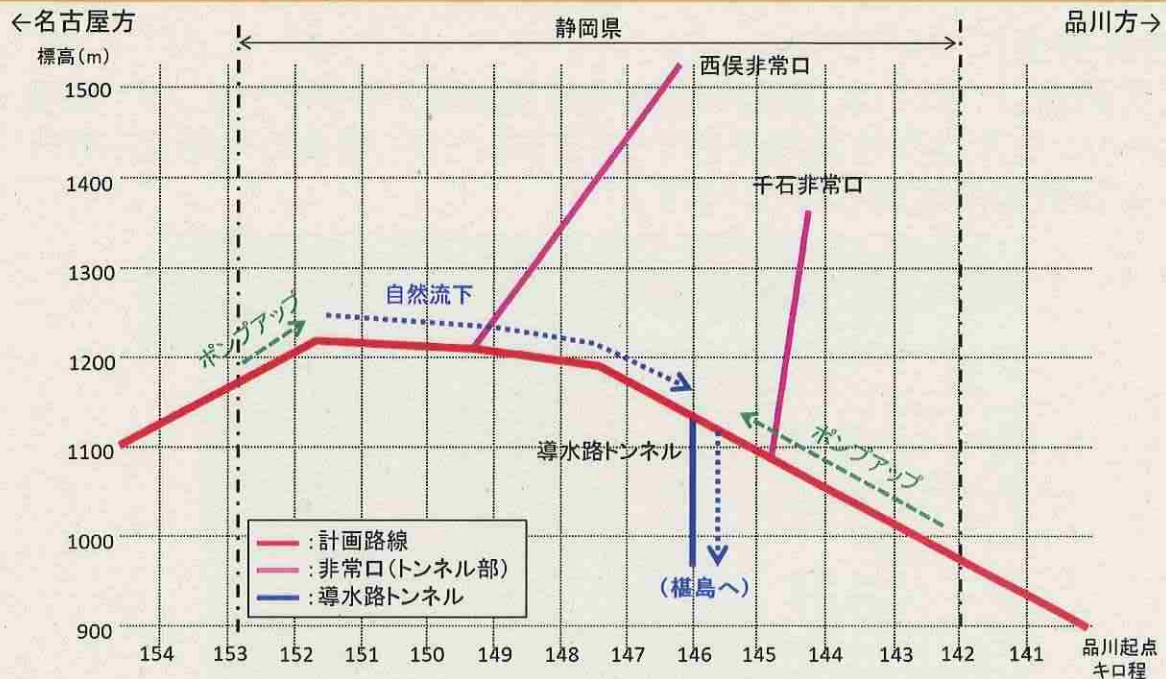


図 導水路トンネルとポンプアップによる復水イメージ

- ・導水路トンネルとポンプアップにより、静岡県内に湧出するトンネル湧水の全量が大井川に流し、中下流域の水資源利用に影響が生じないようにします。

10

## 質問2の内容

### 質問2

- ・ボーリング調査の箇所は限られている。なぜボーリングがその場所でのいいのか。調査箇所数は、リスクや不確実性の管理上必要十分と言えるのか、言えるのであれば、なぜそう言えるのかを説明願う。
- ・それらの限られた調査に基づき設定された土質定数や透水係数等計算上の諸定数は、どの程度信頼性(逆に言えば不確実性)があるのかについて、まず、基本認識を説明の上、各項目の回答の中で個別事項についてその考え方を説明願う。

※ 質問書の文章を当社で要約して編集。

11

## 質問2に対する当社の回答

### ○地質調査について

- ・地質調査については、国鉄時代から地表踏査、水平ボーリング、鉛直ボーリング及び弾性波探査を行ってきましたが、現地の地形上、ボーリングの調査箇所は限られています。

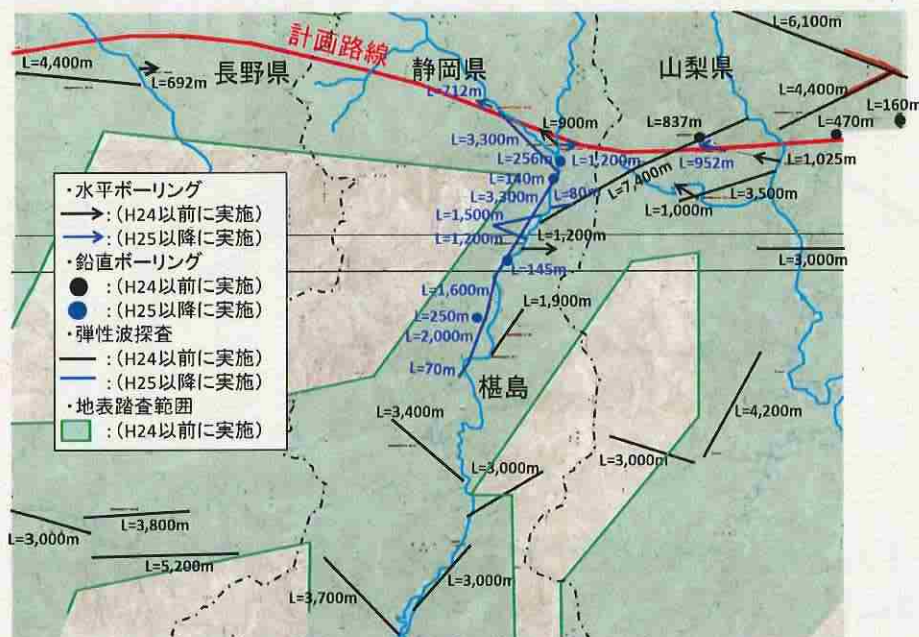


図 地質調査の位置図

12

## 質問2に対する当社の回答

### ○トンネル水収支モデル

- ・水収支解析に用いたトンネル水収支モデルは、トンネル掘削前段階に得られる限られた地質データから、対象地域の広域的な水収支を算出することが可能です。

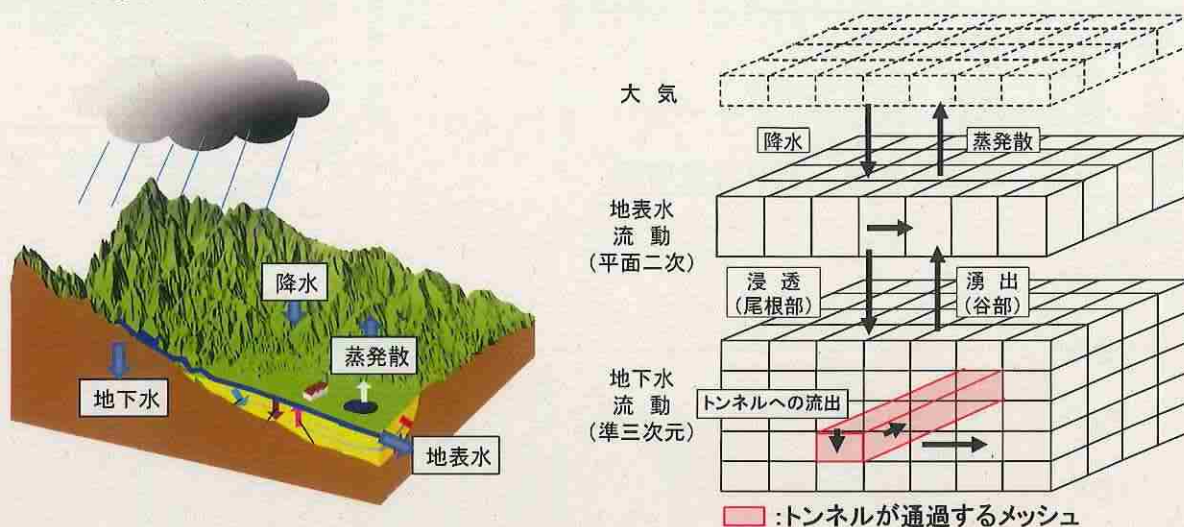


図 トンネル水収支モデルのイメージ

13

## 質問2に対する当社の回答

### ○水収支解析の範囲

- ※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  
範囲としました。

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

| 凡例              |
|-----------------|
| ■■■ 計画路線(トンネル部) |
| --- 県境          |
| --- 市区町村境       |
| — 解析範囲          |

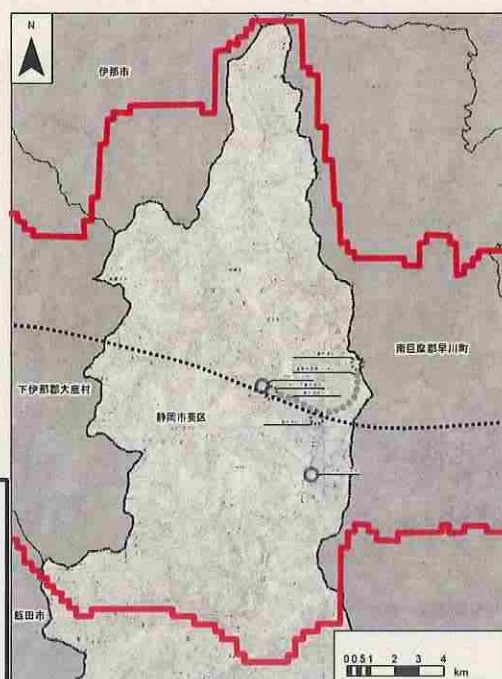


図 解析範囲

14

## 質問2に対する当社の回答

### ○地下地質の要素区分

※水収支解析に使用するため、H24以前の地質調査に基づき作成

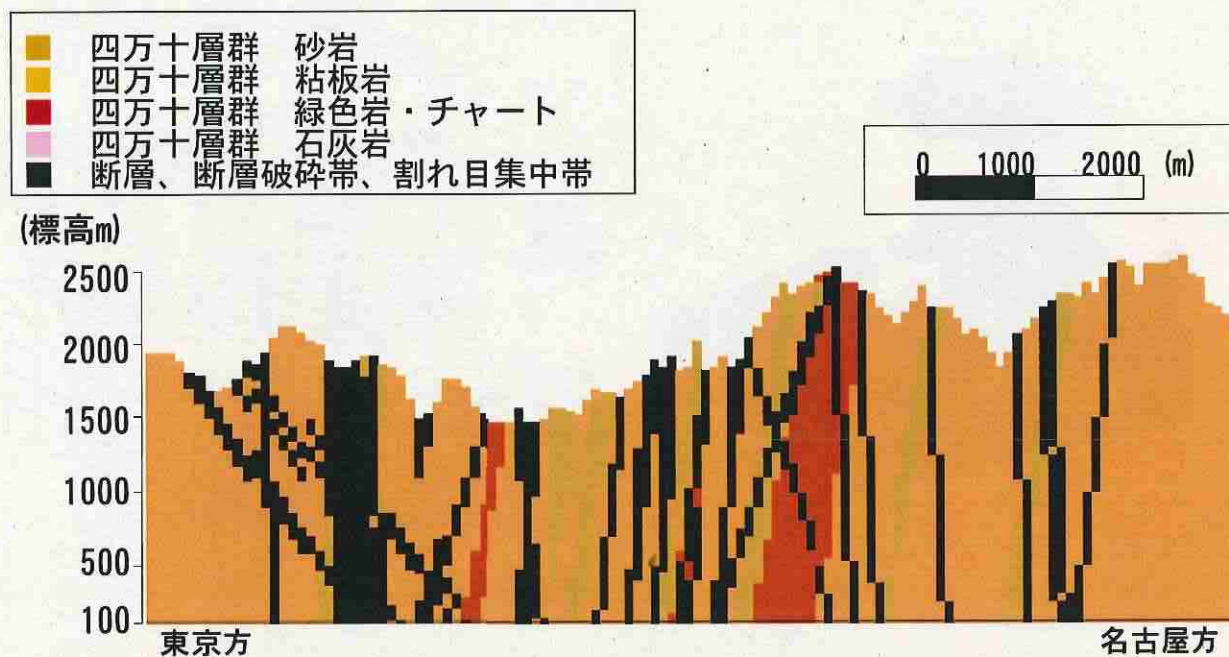


図 地質縦断面図(計画路線)

15

## 質問2に対する当社の回答

### ○解析手法のモデル構成

※トンネル水収支解析モデルは、3つのサブモデルで構成されます。

- ①地形・地盤モデル
- ②水循環モデル
- ③トンネルモデル

## 質問2に対する当社の回答

### ①地形・地盤モデル

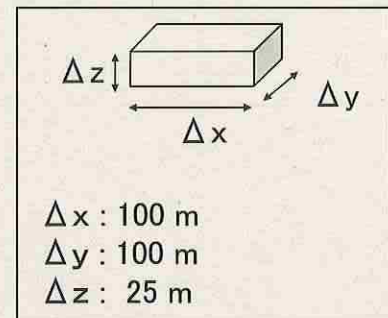
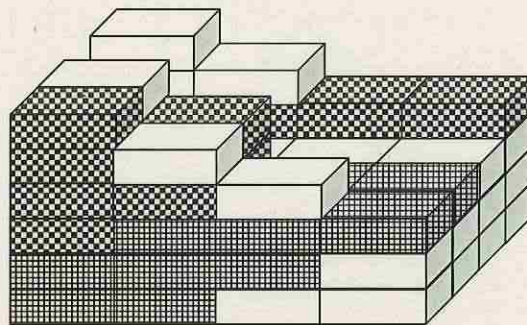
地表水および地下水の流動の場(入れもの)である地形起伏と地下地質構造を表現するモデル

#### (1)モデルの構造

水が流動する場である地形・地盤を三次元的に表現しました。

#### (2)透水量係数

深度方向に透水係数を積算した透水量係数を算出しました。



モデルの構造のイメージ(直方体ブロックの集合体)  
(各ブロックの模様の違いで地質の違いを表現している)

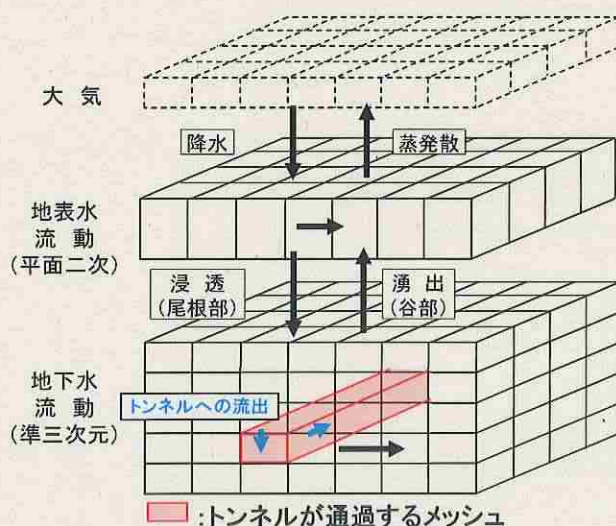
17

## 質問2に対する当社の回答

### ②水循環モデル

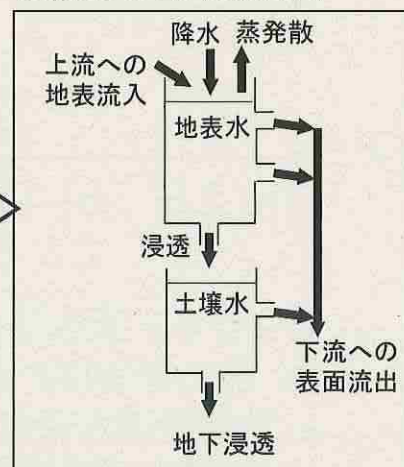
大気—地表・土壌—地下水—地表水の間を循環する水の挙動を表現するモデル

トンネル水収支モデル模式図



#### ◆地表水流動

連結タンクモデル模式図



#### ◆地下水流動

地下水流動方程式をもとに算出

18

## 質問2に対する当社の回答

### ②水循環モデル

(地下水流動方程式)

$$\frac{\partial}{\partial x} \left( T \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( T \frac{\partial h}{\partial y} \right) + Qr - Qd = S \frac{\partial h}{\partial t}$$

水平方向の流動量

鉛直方向の流動量

地下水貯留量の変化量

h : 地下水位

t : 時間

T : 透水量係数

S : 有効間隙率

Qr : 地表からの地下水浸透量

Qd : トンネル湧水量、地表への湧出量

※トンネル湧水量は③トンネルモデルで算出

19

## 質問2に対する当社の回答

### ③トンネルモデル

トンネル掘削状況(切羽位置、掘削速度、トンネル内径・外径など)を考慮し、トンネル湧水量を算出

※覆工はない状態として計算

$$Q = \frac{2\pi kH}{\ln(2H/b) + \boxed{(k/k_s) \ln(b/a)}} = 0$$

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

## 質問2に対する当社の回答

### ○透水係数・有効間隙率について

- ・今回の解析で用いた地山の透水係数と有効間隙率は、地質調査結果に基づき初期値を設定しました。



図 湧水圧試験実施箇所

21

## 質問2に対する当社の回答

### ○透水係数の初期値について

※ボーリング実施箇所での湧水圧試験(複数の深度で実施)の結果をもとに、計画路線上の代表的な岩種となる粘板岩(頁岩、砂岩頁岩互層)の新鮮岩等の透水係数の初期値を設定しました。

※上記で設定した四万十層群の頁岩、砂岩頁岩互層(新鮮岩)の透水係数( $1.0 \times 10^{-7} \text{m/sec}$ )をもとに、既往文献を参考にして、砂岩、緑色岩・チャートはその2倍、石灰岩はその10倍としました。また、それぞれの地盤区分において、ゆるみ部は新鮮岩の10倍、風化部は新鮮岩の20倍としました。

表 透水係数の初期値 (m/sec)

| 地盤区分                     |           | 風化部                  | ゆるみ部                 | 新鮮岩                  |
|--------------------------|-----------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 未固結層堆積層                  |           | $1.0 \times 10^{-5}$ |                      |                      |
| 四万十層群                    | 砂岩        | $4.0 \times 10^{-6}$ | $2.0 \times 10^{-6}$ | $2.0 \times 10^{-7}$ |
|                          | 頁岩、砂岩頁岩互層 | $2.0 \times 10^{-6}$ | $1.0 \times 10^{-6}$ | $1.0 \times 10^{-7}$ |
|                          | 緑色岩、チャート  | $4.0 \times 10^{-6}$ | $2.0 \times 10^{-6}$ | $2.0 \times 10^{-7}$ |
|                          | 石灰岩       | $1.0 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-6}$ | $1.0 \times 10^{-6}$ |
| 断層(推定断層を含む)、断層破碎帯、割れ目集中帯 |           | $2.0 \times 10^{-6}$ |                      |                      |

※黄色箇所: 既往文献や湧水圧試験結果をもとに初期値を設定した項目

※四万十層群の石灰岩については、ゆるみ部は新鮮岩の5倍、風化部は新鮮岩の10倍として設定

22

## 質問2に対する当社の回答

### ○有効間隙率の初期値について

※既往有効間隙率試験結果をもとに、新鮮岩を1%、新鮮岩のうち石灰岩を2%としました。また、それぞれの地盤区分において、ゆるみ部は新鮮岩の2倍、風化部は新鮮岩の4倍としました。未固結層堆積層と断層・破碎帯などは10%としました。

表 有効間隙率の初期値 ↙ × 4倍 ↘ × 2倍 (%)

| 地盤区分                     |           | 風化部  | ゆるみ部 | 新鮮岩 |
|--------------------------|-----------|------|------|-----|
| 未固結層堆積層                  |           | 10.0 |      |     |
| 四万十層群                    | 砂岩        | 4.0  | 2.0  | 1.0 |
|                          | 頁岩、砂岩頁岩互層 | 4.0  | 2.0  | 1.0 |
|                          | 緑色岩・チャート  | 4.0  | 2.0  | 1.0 |
|                          | 石灰岩       | 8.0  | 4.0  | 2.0 |
| 断層(推定断層を含む)、断層破碎帯、割れ目集中帯 |           | 10.0 |      |     |

※黄色箇所: 既往文献や既往有効間隙率試験結果をもとに初期値を設定した項目

23

## 質問2に対する当社の回答

### ○透水係数・有効間隙率について

・河川流量観測結果や既往観測データと計算値が整合するようにモデル検証において、試行錯誤的に変更し、最も検証データとの再現性の良かった組み合わせから決定しました。

※四万十層群の透水係数について、設定した初期値から2倍、5倍、10倍、あるいは1/2、1/5、1/10と段階的に変更しました。また、各段階ごとに、未固結層堆積層、断層、断層破碎帯、割れ目集中帯の透水係数を独立して段階的に変更しました。

※上記の組み合わせの中から、検証データと比較的再現性の高い組み合わせを絞り込みました。透水係数と合わせて、地質調査結果を考慮した有効間隙率の値を段階的に変更していき、最も検証データとの再現性の良かった組み合わせを最終的な値として設定しました。

24

## 質問2に対する当社の回答

### ○透水係数・有効間隙率の最終的な組み合わせ

表 透水係数

(単位:m/sec)

| No. | 地盤区分        | 風化部                  | ゆるみ部                 | 新鮮岩                  |
|-----|-------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 1   | 未固結層堆積層     | $1.0 \times 10^{-6}$ |                      |                      |
| 2   | 四万十層群       | 砂岩                   | $4.0 \times 10^{-7}$ | $2.0 \times 10^{-7}$ |
| 3   |             | 頁岩、砂岩頁岩互層            | $2.0 \times 10^{-7}$ | $1.0 \times 10^{-7}$ |
| 4   |             | 緑色岩・チャート             | $4.0 \times 10^{-7}$ | $2.0 \times 10^{-8}$ |
| 5   |             | 石灰岩                  | $1.0 \times 10^{-6}$ | $5.0 \times 10^{-7}$ |
| 6   | 断層（推定断層を含む） | $1.2 \times 10^{-6}$ |                      |                      |
| 7   | 断層破砕帯       | $1.0 \times 10^{-6}$ |                      |                      |
| 8   | 割れ目集中帯      | $7.0 \times 10^{-7}$ |                      |                      |

表 有効間隙率

(単位:%)

| No. | 地盤区分        | 風化部       | ゆるみ部 | 新鮮岩 |
|-----|-------------|-----------|------|-----|
| 1   | 未固結層堆積層     | 10.0      |      |     |
| 2   | 四万十層群       | 砂岩        | 4.0  | 2.0 |
| 3   |             | 頁岩、砂岩頁岩互層 | 4.0  | 2.0 |
| 4   |             | 緑色岩・チャート  | 4.0  | 2.0 |
| 5   |             | 石灰岩       | 4.0  | 2.0 |
| 6   | 断層（推定断層を含む） | 10.0      |      |     |
| 7   | 断層破砕帯       | 8.0       |      |     |
| 8   | 割れ目集中帯      | 6.0       |      |     |

25

## 質問2に対する当社の回答

### ○先進ボーリング等

- ・予測には不確実性があることから、工事にあたっては、トンネル掘削に先立ち、先進ボーリング等、最先端の探査技術を用いて地質や地下水の状況を慎重に確認していきます。



図 先進ボーリングの概要図

26

### 質問3

「高橋の水文学的方法」など、用いたモデルの妥当性とその限界、それに伴う推定量の不確実性について、どのように認識しているのかについて説明願う。

27

## 質問3に対する当社の回答

### ○高橋の水文学的方法

- ・高橋の水文学的方法(「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、1962年1月))は、トンネル掘削時の恒常湧水量が、周辺沢の基底流量に比例するという考え方に基づいています。地質は地形を反映しており、また、地下水は地形に沿って流動すると考え、トンネル内に地下水が流入する可能性のある範囲(予測検討範囲)を求めるものであり、他の事業でも適用実績がある実用的な方法であると考えています。

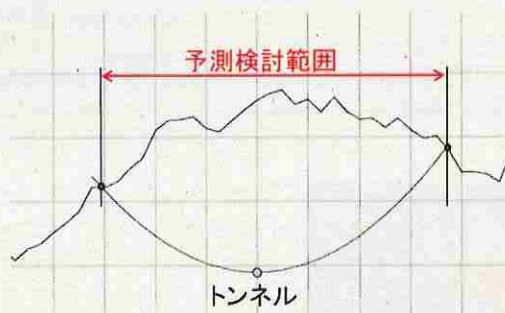


図 トンネル内に地下水が流入する可能性のある範囲(予測検討範囲)のイメージ

- ・高橋氏は、流出範囲を求めるための透水性の評価について、岩層亀裂の形状、頻度、連続性などの関係の安定性が期待できないので、それらを互いに独立した要素として求めることは困難であるとし、地形、地質および地下水面の形状に対して、より高度の考察が必要である等の課題を述べており、その点においては、不確実性があるものと考えています。

28

## 質問4

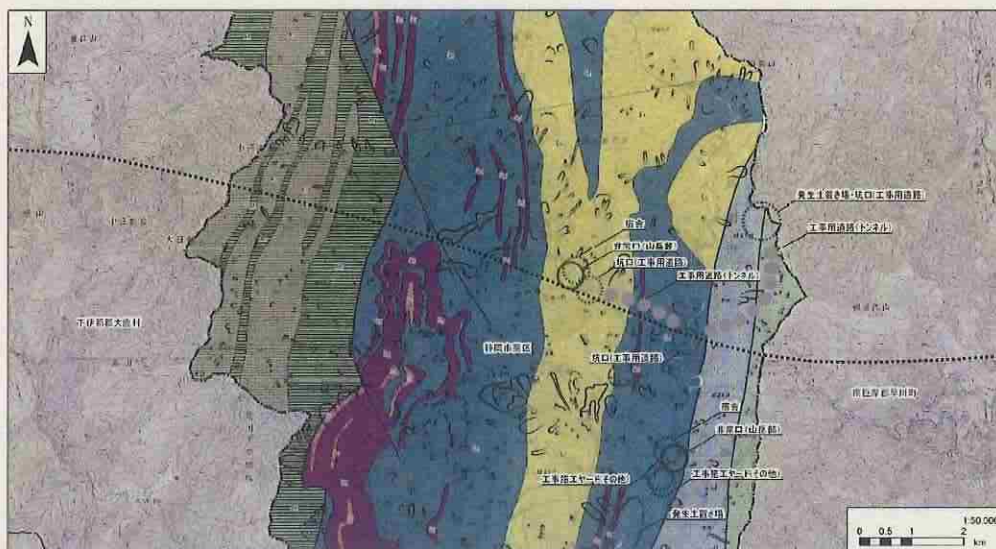
- ・公表されている事業者の「静岡県の想定地質(縦断図)」において、大井川層群とされているところは実際には寸又川層群および犬居層群である。
- ・大井川層群は杉山(1980)により定義されているが、瀬戸川層群より新しい地層であり、同一の名称を異なる意味で用いることは混乱をもたらすので、今後公表する報告書等ではどのように記載するのか説明願う。

29

## 質問4に対する当社の回答

### ○地質に関する名称

- ・地質に関して資料を公表する場合は、一般的に広く用いられている名称を用います。



#### 凡例

..... : 計画路線    - - - : 県境

■ : 砂岩泥岩互層起源の乱雑堆積物    犬居層群

■ : 泥岩および泥岩優勢の砂岩泥岩互層    寸又川層群

本図は、国土調査による「1/50,000土地分類基本調査 表層地質図(赤石岳・身延・大河原・鵜沢)」(平成6年3月 静岡県)を使用し、東海旅客鉄道株式会社が作成したものである。

※評価書「4-2-1 自然的状況」の図4-2-1-8を引用し編集

図 表層地質図

30

### 質問5

- ・トンネル内湧水は河川の流量の減少量よりも多いと考える。
- ・全量に戻すことは、県や利水者からの要望であるが、それは、大井川ではなく、大井川水系に戻すという意味である。
- ・単に河川に全量戻す(実際には河川に全量流す)ことは、地下水による河川流量の安定効果を弱めることになり、洪水時の流量拡大、渇水時の流量減少に繋がる。このように、地下水の河川流量安定効果をどのように認識しているのか説明願う。その上で、全量の戻し方について、慎重な検討が必要であると認識しているか否かを問う。

※ 質問書の文章を当社で編集。

31

## 質問5に対する当社の回答

### ○トンネル湧水について

- ・トンネル湧水は河川の流量の減少量よりも多いと考えています。



図 トンネル湧水と河川流量のイメージ

トンネル湧水量 > 河川流量の減少分

32

## 質問5に対する当社の回答

### ○トンネル湧水について

- トンネル掘削中は、地質の状況によっては一時的に多くの湧水が生じる場合がありますが、時間の経過とともに恒常的な量に落ち着くものと考えております。



図 トンネル湧水量の工事中・工事後の変動(福岡トンネル(山陽新幹線))



トンネル湧水の  
年間変動は小さい

図 トンネル湧水・地下水・河川流量のイメージ

- トンネル完成後の恒常的なトンネル湧水は、地下水がトンネル内に湧き出すものであり、地表とは岩盤で隔てられているため、河川流量に比べて年間を通じて変動量は小さいと考えています。従って、トンネル湧水の全量を河川に流すことにより、必ずしも河川流量の変動量が大きくなるとは言えないと考えています。
- トンネル掘削開始後は、実際の湧水量などを確認しながら、トンネル湧水の具体的な流し方について、河川管理者と相談し決めてまいります。

33

## 質問6の内容

### 質問6

山梨県笛吹市におけるリニアトンネル建設工事に伴う水資源の減少事例を基に、ハザード・リスクへの事前認識と事後対応について、基本認識や見解を説明願う。

※ 質問書の文章を当社で要約して編集。

## 質問6に対する当社の回答

### ○山梨県笛吹市の事例

・山梨県笛吹市においては、一部において水資源に影響があると予測されたことから、地元と協議の上、河川流量の測定箇所を選定して継続的に観測を行い、減水の兆候を事前に把握するよう努めました。

| 位 置 ・ 場 所                    | 影響検討結果                                                                       | 水資源の減少、枯渇等の状況                      |
|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| 境川村～御坂町<br>①竹居～上黒駒間のトンネル     | この区間の地質は、基盤層に亀裂が発達しており、地下水位下の施工となるため、地下水位の低下が予測され、路線周辺の井戸等の一部に影響があることが予測される。 | 天川流域において減渇水が確認された。                 |
| 御坂町～大月市笹子町<br>②上黒駒～奥野沢間のトンネル | この区間の地質は、基盤層は揉まれており、トンネル掘削に伴う地下水位の低下により狩屋野川の流量が影響を受け減少すると予測される。              | 狩屋野川流域のほか、戸倉川流域、達沢流域において減渇水が確認された。 |

出典：中央新幹線（東京都・名古屋市間）環境影響評価書 資料編 6章水資源 6-3 山梨リニア実験線における水資源対策について

35

## 質問6に対する当社の回答

### ○山梨県笛吹市の事例

・減水が認められた箇所については、地域の方々の生活にご不便をおかけしないよう、まず速やかに応急対策を実施するとともに、井戸を設置するなど、代替りの水源を確保しました。また、該当する地域においては、トンネル工事との因果関係を確認し、地域の皆様と話し合いを進めて、他の整備新幹線などの公共事業と同様に、補償が生じる場合は国の定める基準に基づき適切に対応しております。

36

## 質問7の内容

### 質問7

・TOWNBYや高橋の方法における基礎方程式や計算手法の考え方や諸係数の設定方法についての分かりやすい(社会的に理解可能な)説明及びそれを本影響予測に適用することの妥当性について説明願う。

※ 質問書の文章を当社で要約して編集。

37

## 質問7に対する当社の回答

### ○トンネル水収支モデルについて

- ・トンネルによる水資源への影響の予測には、トンネル水収支モデルによって行いました。
- ・プログラムは、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)に記載のプログラム)を用いています。
- ・トンネル水収支モデルは、地下水と地表水だけではなく、気象、地盤状況、地表被覆状況、トンネル掘削条件などの条件を総合的に取り込んでおり、対象地域の広域的な水収支を算出することが可能です。
- ・これまで何度も改良が加えられ最近の他の事業でも適用実績がある確立された手法です。
- ・トンネル掘削前段階に得られる限られた地質データで解析が可能であり、河川流量の計測値と解析値との相関係数も高く、再現性の高いモデルを構築することができます。

38

## 質問7に対する当社の回答

### ○高橋の水文学的方法について

- ・トンネルによる地下水の水位への影響は、高橋の水文学的方法(「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、1962年1月))により、トンネル内に地下水が流入する可能性のある範囲(予測検討範囲)を求め、水文地質的検討から地下水の水位への影響を予測しました。

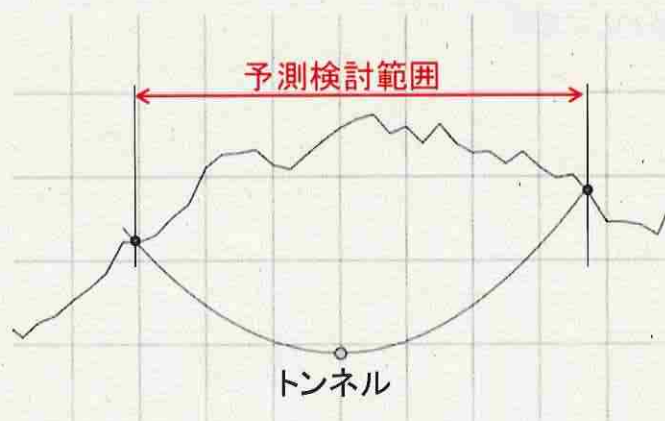


図 トンネル内に地下水が流入する可能性のある範囲(予測検討範囲)のイメージ

39

## 質問8の内容

### 質問8

・シミュレーションに使用した透水係数等の設定方法・根拠について説明願う。(最も検証データの再現性の良い組合せも含む)。また、その計算の精度についても説明願う。

※ 質問書の文章を当社で要約して編集。

## 質問8に対する当社の回答

### ○透水係数の設定方法

・透水係数は、地質調査結果に基づき初期値を設定し、河川流量観測結果や既往観測データと計算値が整合するようにモデル検証において、試行錯誤的に変更し、最も検証データの再現性の良かった組み合わせから決定しました。

表 透水係数

(単位:m/sec)

| No. | 地盤区分        | 風化部                  | ゆるみ部                 | 新鮮岩                  |
|-----|-------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 1   | 未固結層堆積層     | $1.0 \times 10^{-6}$ |                      |                      |
| 2   | 四万十層群       | 砂岩                   | $4.0 \times 10^{-7}$ | $2.0 \times 10^{-8}$ |
| 3   |             | 頁岩、砂岩頁岩互層            | $2.0 \times 10^{-7}$ | $1.0 \times 10^{-8}$ |
| 4   |             | 緑色岩・チャート             | $4.0 \times 10^{-7}$ | $2.0 \times 10^{-8}$ |
| 5   |             | 石灰岩                  | $1.0 \times 10^{-6}$ | $5.0 \times 10^{-7}$ |
| 6   | 断層（推定断層を含む） | $1.2 \times 10^{-6}$ |                      |                      |
| 7   | 断層破碎帯       | $1.0 \times 10^{-6}$ |                      |                      |
| 8   | 割れ目集中帯      | $7.0 \times 10^{-7}$ |                      |                      |

41

## 質問8に対する当社の回答

### ○計算値と実測値の相関について

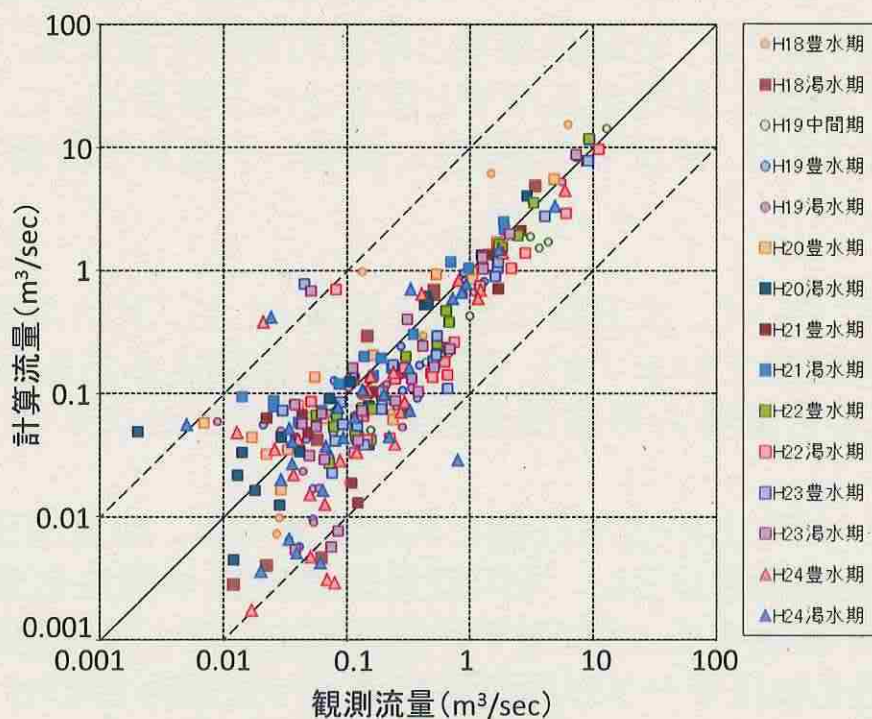


図 モデル検証結果

・計算値と実測値の相関係数は0.92です。

42

### 質問9

・表流水、滞留水、土中水分量など、各地点における水分量の変化の推定値を示されたい。また、その推定値の不確実性について説明願う。

※ 質問書の文章を当社で要約して編集。

43

## 質問9に対する当社の回答

---

### ○環境影響評価での地下水及び水資源の予測

- ・環境影響評価では、地域の特性と事業の特性を踏まえ、事業の実施により環境に影響を及ぼすと想定される項目として、地下水の水質及び水位、水資源を選定し、調査、予測及び評価を実施しました。
- ・評価書等において、水資源に与える影響として、河川流量の予測結果を記載していますが、予測には不確実性があることから、河川流量の計測等の事後調査を実施することとしています。
- ・解析で用いた地山の透水係数と有効間隙率は、地質調査結果に基づき初期値を設定し、河川流量観測結果や既往観測データと計算値が整合するようにモデル検証において、試行錯誤的に変更し、最も検証データの再現性の良かった組み合わせから決定しました。

44

## 質問9に対する当社の回答

### ○環境影響評価での地下水及び水資源の予測

- ・予測には不確実性があることから、環境影響評価法に基づき地下水の水位(ロッヂの井戸)の事後調査を実施しています。

| 地点番号 | 調査地点              | 井戸深さ       |
|------|-------------------|------------|
| 01   | 民間井戸<br>(二軒小屋ロッヂ) | GL -約25.5m |
| 02   | 民間井戸<br>(樺島ロッヂ)   | GL -約5～8m  |



図 地下水位に係る事後調査地点

- ・土中水分量に関しては、評価書等では、植物の重要な種及び群落について、雨水起源の土壌水で生育すると考えられるため、地下水位による生育環境への影響は及ばないと予測しています。 45

## 質問10の内容

### 質問10

- ・非常口を含む6つのトンネルごとの湧水量と、その推定上の不確実性について説明願う。

## 質問10に対する当社の回答

### ○各トンネルの恒常時のトンネル湧水量

- ・環境影響評価で用いたトンネル水収支モデルでは、河川流量の計算過程で各トンネルの湧水量を算出しています。



表 恒常時のトンネル湧水量

| トンネル名       | トンネル湧水量<br>( $\text{m}^3/\text{s}$ ) |
|-------------|--------------------------------------|
| 本坑          | 1.13                                 |
| 先進坑         | 1.07                                 |
| 西俣非常口       | 0.10                                 |
| 千石非常口       | 0.07                                 |
| 工事用道路(トンネル) | 0.0003                               |
| 導水路トンネル     | 0.72                                 |

図 静岡県内のトンネル工事概要

- ・予測には不確実性があることから、トンネル掘削開始後はトンネル湧水量を計測していきます。

47

## 水質の保全に関するご質問の内容

### 質問25: 水質の保全

- ・湧水温度や水質は大井川の表流水と異なると考えられる。いきなり戻すことへのリスクはコントロールできるのか。事前の調査で山体内部の地下水質や水温を確認しているのか見解を説明願う。

## 水質の保全について

### ○ボーリング調査について

※西俣と東俣でボーリング調査を実施した際、ボーリング孔内と周辺河川の水温の比較を行いました。

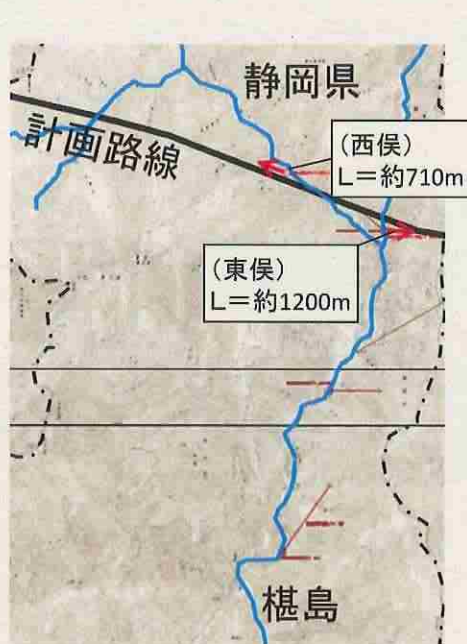


図 ボーリング位置図

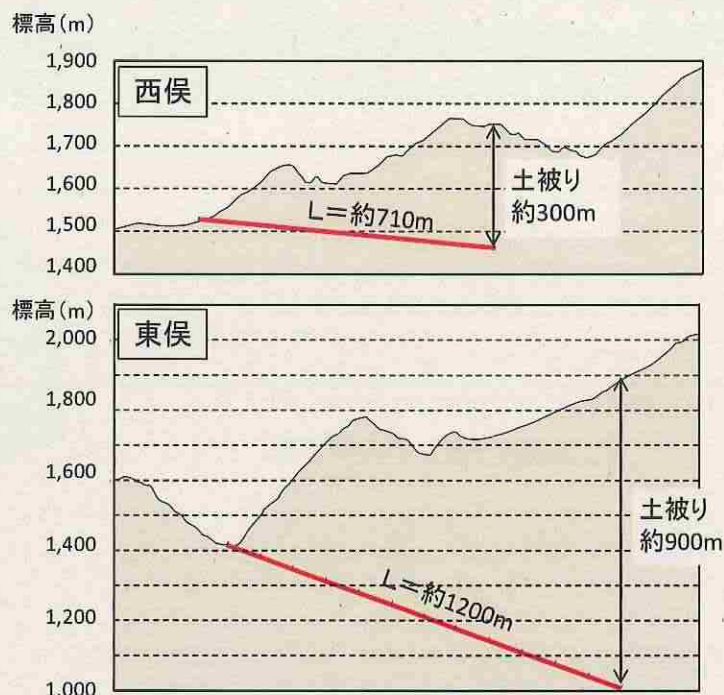


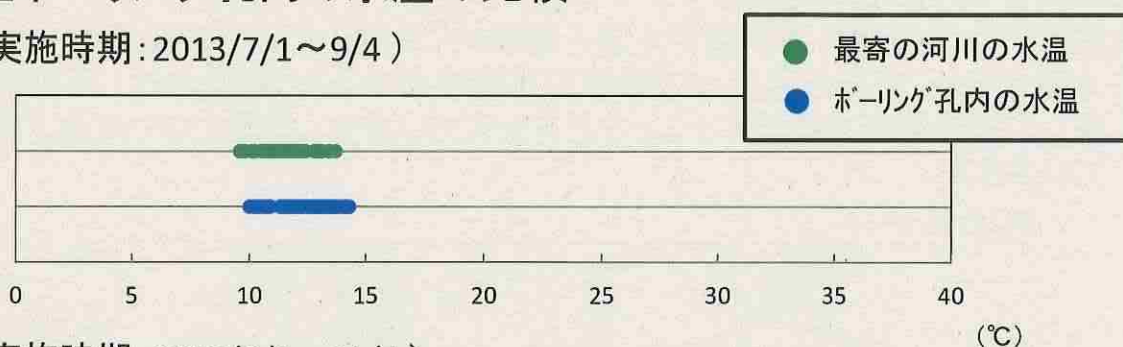
図 ボーリング断面図

49

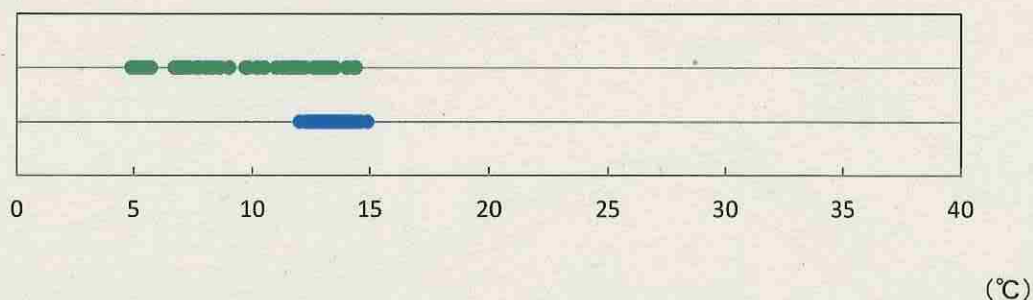
## 水質の保全について

### ○河川とボーリング孔内の水温の比較

西俣(実施時期:2013/7/1～9/4)



東俣(実施時期:2012/9/1～11/7)



※ボーリング孔内の水温は、10～15℃でした。

※冬期は河川の水溫が低くなりますが、気温も低いため、トンネル湧水を外気に曝すこと等により、河川の水溫に近づけることが可能と考えています。

50

## 水質の保全について

### ○トンネル湧水の水温について

- ・先進ボーリング等最先端の探査技術を用いて地質や地下水の状況を把握します。
- ・また、本坑掘削に万全を期すため、本線トンネルに並行する位置に、先行して断面の小さい先進坑を掘削し、より詳細に地下水の状況を把握します。

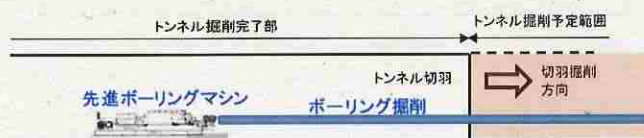


図 先進ボーリングの概要図

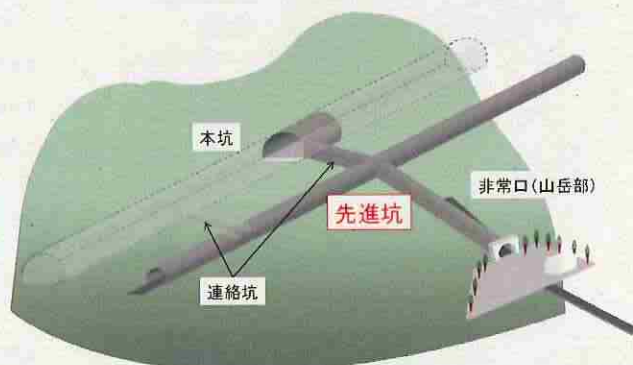


図 先進坑のイメージ

51

## 水質の保全について

### ○トンネル湧水の水温について

- ・掘削中は、トンネル湧水量や水温を継続的に計測していきます。トンネルからの湧水量が多く、河川の温度への影響の可能性があるような場合は、河川の流量を考慮して放流箇所を調整することなどを考えています。詳細については、今後検討していきます。

例) 西俣ヤード



(本図は自社測量成果を使用している) 52

## 下流域地下水への影響に関するご質問の内容

### 質問31: 下流域地下水への影響

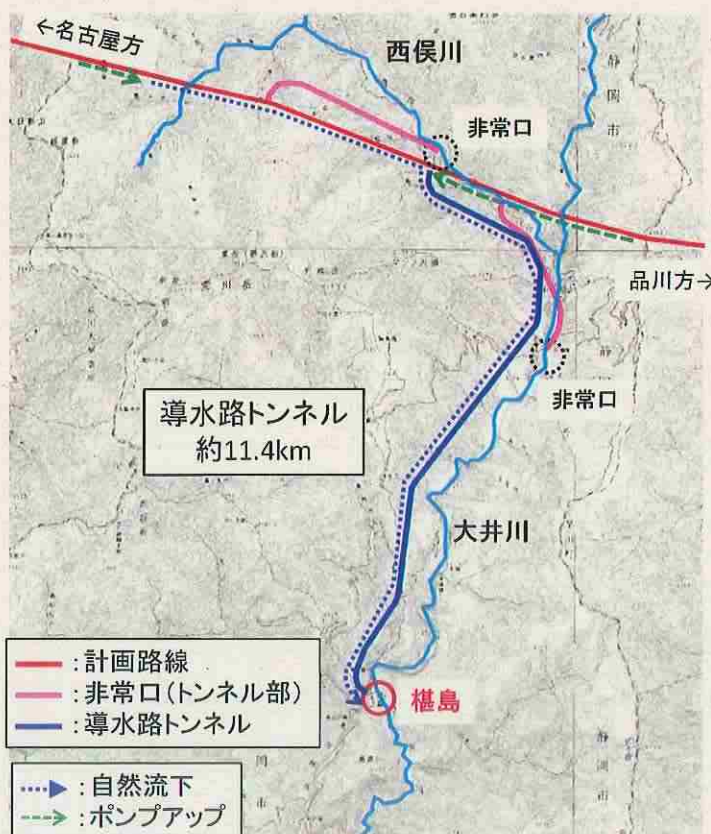
- ・各地点での減少量は微少であっても中下流域全体としては微少とは言えず、影響が生じる可能性があることを理解すべきである。中下流の地下水への影響がないとするならば、その根拠を、論理的かつ明確に誰もが理解できる資料を提示した上で説明願う。

※ 質問書の文章を当社で要約して編集。

53

## 下流域地下水への影響について

### ○導水路トンネルとポンプの設置



- ・導水路トンネルを設置し、トンネル湧水を自然流下により恒久的かつ確実に大井川に流します。
- ・また、静岡県内で湧出するトンネル湧水の全量を流すことが可能なポンプを設置することとし、トンネル工事の開始にあたり、静岡県内に湧出するトンネル湧水の全量を大井川に流す措置を実施するものとします。これらにより、大井川中下流域の水資源利用に影響が生じないようにします。

54

## 下流域地下水への影響について

### ○地下水の予測検討範囲

・トンネルによる地下水位への影響は、高橋の水文学的方法により、トンネル内に地下水が流入する可能性のある範囲(予測検討範囲)を求め、水文地質的検討から地下水の水位への影響を予測しています。



図 予測検討範囲

※評価書「8-2-3 地下水の水質及び水位」、事後調査報告書「4-1-2-2 地下水の水質及び水位」より

55

## 下流域地下水への影響について

### ○下流域での地下水利用に影響を及ぼす可能性

・大井川流域全体において、トンネル内に地下水が流入する可能性のある範囲は、高橋の水文学的方法によれば、トンネル周辺の上流域に限られると考えています。

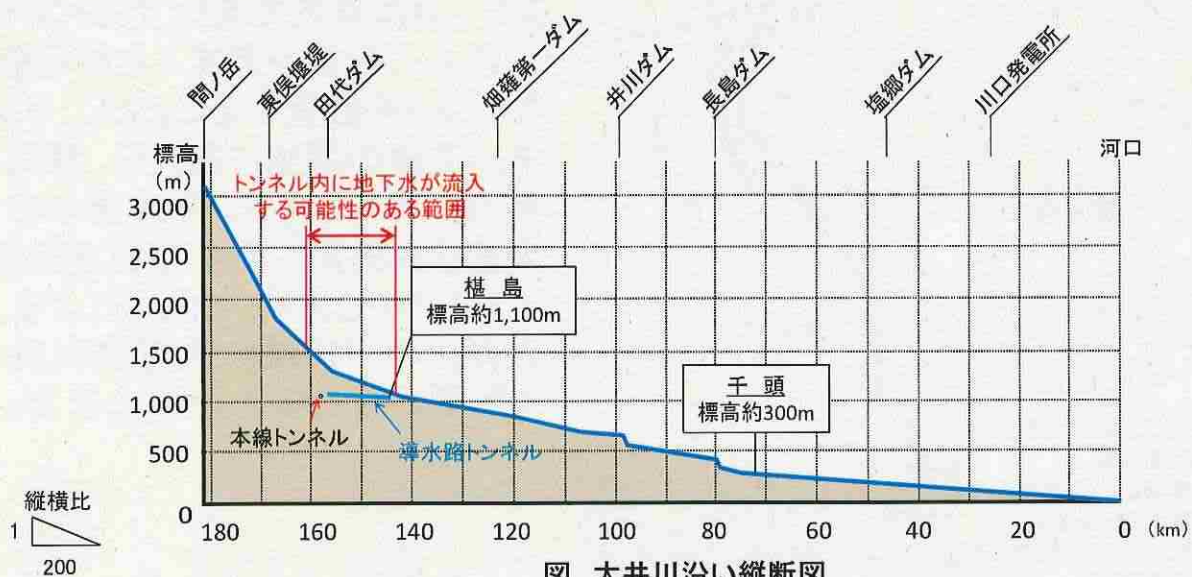
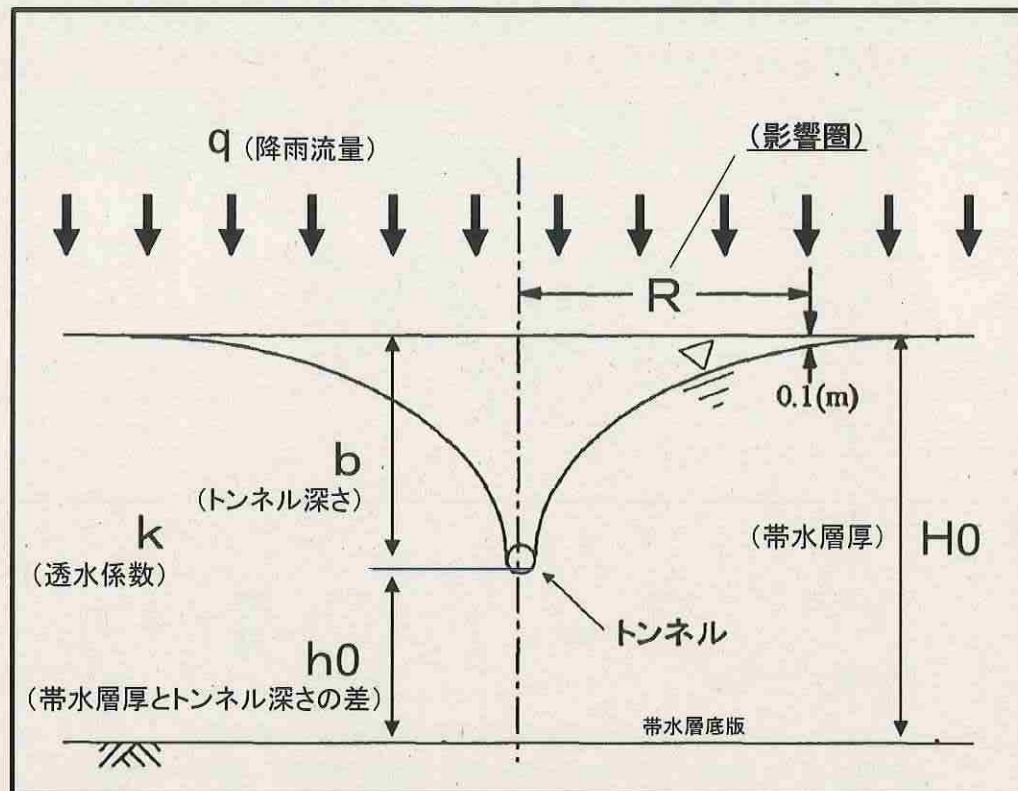


図 大井川沿い縦断面図

56

## 下流域地下水への影響について

### ○山岳トンネル掘削時の地下水変動の影響圏(R)の概念図



※西垣ほか「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No.778)を参考に作成 57

## 下流域地下水への影響について

### ○山岳トンネル掘削時の地下水変動の影響圏(R)予測手法の例

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 高橋の方法       | <p>トンネル底盤より <math>R = \sqrt{6 \cdot k_t \cdot H}</math> の曲線を描き、トンネル中心からこの曲線が地表面と交わる点までが影響圏</p> <p><math>k_t</math>: 平均透水性</p> <p><math>H</math>: 井戸から影響圏Rの位置における地下水面から帯水層底盤までの深さ</p>                                                                            |
| トンネル技術協会の方法 | <ul style="list-style-type: none"> <li>一般的な地質・土被りの場合:<br/>トンネル片側に200~500m</li> <li>断層帯、新期の火山岩噴出堆積物等がある地域:<br/>トンネル片側に1,000~2,000m</li> </ul>                                                                                                                    |
| 西垣らの方法      | $R = 1.22 \cdot \left[ \left( \frac{k}{q} \right)^{1/2} - 1 \right] \cdot H_0 \cdot \left[ 1 - \left( \frac{h_0}{H_0} \right)^2 \right]$ <p><math>k</math>: 透水係数<br/> <math>q</math>: 降雨流量<br/> <math>H_0</math>: 帯水層厚<br/> <math>h_0</math>: 帯水層厚とトンネル深さの差</p> |

※西垣ほか「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No.778)を参考に作成

※いずれの手法も影響圏が一定の範囲で収束します。

## 下流域地下水への影響について

### ○静岡市の解析結果(地下水位の低下量分布)

※静岡市が実施した解析結果においても、地下水位の低下が見られるのは断層沿いなどに限られています。

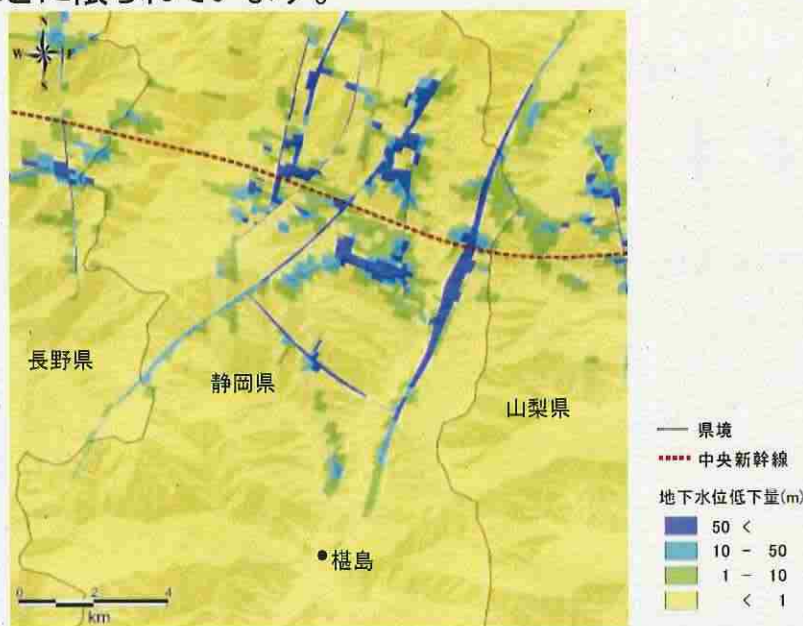


図 10 地下水位の低下量分布(低水期:導水路トンネルまで掘削)

(本坑トンネル、導水路トンネル付近のみの拡大図。現況との差を示す。断層沿いに地下水位の低下が生じている。)

※「平成28年度 南アルプス環境調査 結果報告書 VI 水資源調査」(静岡市、平成29年3月)図10に一部加筆 59

## まとめ

- ・本日の会議では、質問書で意見交換が重要とあった【地質構造・水資源編】「総論」、「水資源の影響予測の検証」の質問1～10の回答と、「水質の保全」と「下流域地下水への影響」について、ご説明致しました。
- ・これらについては、昨年11月の静岡県中央新幹線環境保全連絡会議でご説明しましたが、その説明を受けての更なるご質問への回答を本日より分かりやすい形でご説明致しました。
- ・大井川利水関係協議会の皆様のご心配を受け止め、まずはトンネル湧水の全量が大井川に流す措置を実施してまいります。  
また、本日も説明したとおり水資源に与える影響の予測には不確実性があるため、工事を進めて行く中で、河川流量や湧水量などを把握しながら進めてまいります。
- ・できる限り早くトンネル掘削工事に着手できるよう静岡県と協議していきたいと考えております。