

# 「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3月13日(水)

東海旅客鉄道株式会社

## 質問1、2の回答

### ○当社のリスク管理方針

リスクへの対処方法には、トンネル掘削前、掘削中、掘削後の各段階があるが、基本認識のもと当社としては以下のリスク対処方針を提案します。

#### ①リスクの事前確認(リスクの推定)

トンネル掘削前の対処方法として、小口径(20cm)の先進ボーリングを慎重に進めることによって、地質地盤条件を事前に把握し、その情報をもとに、次のステップで生じるリスクを直前事前に把握し、リスク管理方法を最適化していく。

#### ②リスク管理の上限設定

「より大きい状態が生じうるといふ不確実性」への対処方針としては、「リスク管理の上限設定」を行う。この方法は、小口径の先進ボーリングによって、あらかじめ決めた管理水準以上の湧水量の発生が予測される場合には、直ちにボーリングを停止し、対処方法を検討するものである。

これらによって、静岡県及び部会委員がご指摘のリスク管理方針に沿ったリスク管理が可能であると考えます。

## 質問1、2の回答

### ○大きなリスク発生の回避方法

あらかじめ、許容しうるリスクの最大値(許容湧水量の上限)を設定し、それ以上のリスクの発生の恐れがある場合には直ちにボーリングを停止し、対処方法を検討します。

## 質問1、2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よいのか。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。  
・限られた地質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。

## 質問1、2の回答

### ○リスク管理方針が適切であると考え理由

・静岡県及び両部会のご指摘のとおり、地質構造の推定、湧水量・河川流量の減少量の推定には不確実性が伴う。

・これへの対処方針として追加ボーリングや追加解析も一つの方法であることは理解している。

・しかし、静岡県も認識しているように、南アルプスのような地質構造の複雑な場所においては、あらかじめ追加ボーリング等を行ったとしてもトンネルが通過する場所すべての情報を捉えることは不可能である。

・よって、最も確実かつ確かなリスク管理方法は、本坑トンネルが通過する極近傍における小口径の先進ボーリングで地質の局所的情報を事前に捉え、その先の変動を予測することによって、事前に次のステップのリスクを推定し、大きなリスク発生を回避することである。

・この際の大きなリスク発生の回避方法としては、あらかじめ、許容しうるリスクの最大値(許容湧水量の上限)を設定し、それ以上のリスクの発生の恐れがある場合には直ちにボーリングを停止し、対処方法を検討するものである。

## 質問1、2の回答

### ○リスク管理の上限設定(トンネル全体)

・トンネル工事に伴う、静岡県内のトンネル全体(非常口、先進坑、本坑)の湧水量の上限を**3m<sup>3</sup>/秒**とする。

・突発湧水等による坑口最大湧水量は竣工時湧水量の1.5倍程度<sup>※1</sup>と言われています。

・静岡県内のトンネル全体(非常口、先進坑、本坑)の竣工時湧水量は2.67m<sup>3</sup>/秒と予測しているため、突発湧水等による坑口最大湧水量は4.01m<sup>3</sup>/秒となりますが、過去最大級のトンネル湧水量の実績<sup>※2</sup>なども考慮して**3m<sup>3</sup>/秒**を上限にリスク管理を行います。

※1「トンネル施工に伴う湧水濁水に関する調査研究(その2)報告書」(社)日本トンネル技術協会、昭和58年2月)

※2 (例) 丹那トンネル 約3.5m<sup>3</sup>/秒、安房トンネル 約3.0m<sup>3</sup>/秒

## 質問1、2の回答

### ○静岡県及び両部会の以下の基本認識への当社の理解

①「静岡県の基本認識についての説明内容(平成31年1月25日の提出資料)」に示されている「リスクの推定上の不確実性が高いことを認識した上で、リスクを如何に適切に管理するか」ということが重要であること。

②リスクへの対処方法として、事前対処と、事業中・事後対処の2段階があること。

③このもとに、静岡県は、リスクの管理方針として、

・まず、大きな不確実性の存在を認めること。

・不確実性を事前に縮小するよう最大限努力すること。

・あらかじめ想定した不確実性のうち、より影響が大きい状態が発生した場合に生じる環境影響を推定し、影響の発生を回避するため対処方針をあらかじめ決めておくこと。

・工事に入った後、現場でのモニタリングなどにより、よりリスクの推定をより精度の高いものとして、リスクの対処の確実性を高めること。

④平成31年1月25日、1月30日の専門部会においても、委員から「不確実性を事前に縮小するよう最大限努力すべき」との意見を頂いたこと。

## 質問1、2の回答

### ○先進ボーリングによる事前確認

・先進ボーリングは、水平方向に最大1,000m前方へ高速掘進及び方向制御を可能とするため、当社とメーカーで共同開発した最新の工法(FSC100)を用いて実施します。既に山梨工区などで採用し、実績のある工法です。

#### 平面図

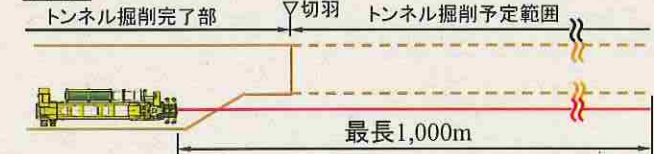


写真 施工状況

#### シフト図

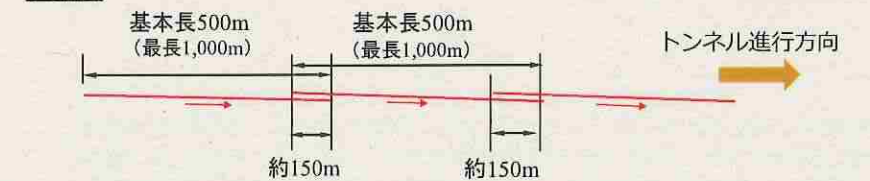


図 先進ボーリングの概要図

※先進ボーリング先端をトンネル切羽より先行させて、地質情報を把握します。

## 質問1、2の回答

### ○リスク管理の上限設定(先進ボーリング孔)

・先進ボーリング孔からの湧水量10mあたり**50L/秒**を管理値として設定する。(湧水量が管理値に達した場合は、当該地点手前での掘削工事の一時中断、工法の変更、補助工法等により対処する)

○トンネル湧水量計算式は以下のものが提案されています\*。

$$q = 2\pi \cdot K \cdot H / \ln(4H/d)$$

q: 単位当り湧水量(m<sup>3</sup>/秒・m)、K: 透水係数(m/sec)、H: 水頭差(ヘッド)(m)、d: トンネル直径(m)

\*「トンネル施工に伴う湧水濁水に関する調査研究(その2)報告書」(社)日本トンネル技術協会、昭和58年2月)

○ここに、Kを以下のとおり仮定し、dを先進ボーリング径(0.2m)とします。

K: 水収支解析対象地域のボーリングで得た値のうち、最も大きい水準の透水係数  
1.0 × 10<sup>-5</sup>m/sec

#### 《結果》

10mあたり Q=q × 10=86L/秒(Hを静岡県内 最大土被り1,400mとした場合)

上記の結果より、管理値は**50L/秒**としました。

#### 《参考》

50L/秒は0.05m<sup>3</sup>/秒であり過去の突発湧水(切羽)実績に比較しても小さな値です。

(例) 福岡トンネル 約0.3m<sup>3</sup>/秒、飛騨トンネル 約0.2m<sup>3</sup>/秒、塩嶺トンネル 約0.7m<sup>3</sup>/秒、大清水トンネル 約0.3m<sup>3</sup>/秒、丹那トンネル 約2.2m<sup>3</sup>/秒、安房トンネル 約1.7m<sup>3</sup>/秒

## 質問1、2の回答

### 〇リスク管理の上限設定(導水路トンネル全体)

・トンネル工事における、導水路トンネルの湧水量の上限を**1.00m<sup>3</sup>/秒**とする。

- ・突発湧水等による坑口最大湧水量は竣功時湧水量の1.5倍程度※と言われています。
- ・導水路トンネル全体の竣功時湧水量は0.74m<sup>3</sup>/秒と予測しているため、突発湧水等による坑口最大湧水量は1.11m<sup>3</sup>/秒となりますが、導水路トンネルは計画ルート沿いの弾性波探査が可能であった為、破碎帯や割れ目集中帯が想定される箇所は事前にボーリングを行い、地盤注入などの対策を行うことにより、**1.00 m<sup>3</sup>/秒**を上限に管理します。

※「トンネル施工に伴う湧水濁水に関する調査研究(その2)報告書」((社)日本トンネル技術協会、昭和58年2月)

10

## 質問3に対する当社の回答

### 〇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。

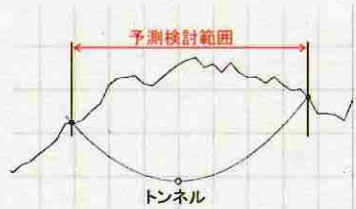


図 トンネル内に地下水が流入する可能性のある範囲(予測検討範囲)のイメージ

- ・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。

13

## 質問5の内容

### 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。
- ・全量を戻すことは、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のかを問う。

※ 質問書の文章を当社で編集。

16

## 質問1、2の回答

### 〇リスク管理の上限設定(導水路トンネル・先進ボーリング孔)

- ・先進ボーリング孔からの湧水量10mあたり**30L/秒**を管理値として設定する。(湧水量が管理値に達した場合は、当該地点手前での掘削工事の一時中断、工法の変更、補助工法等により対処する)

〇トンネル湧水量計算式は以下のものが提案されています※。

$$q = 2\pi \cdot K \cdot H / \ln(4H/d)$$

q: 単位当り湧水量(m<sup>3</sup>/秒・m)、K: 透水係数(m/sec)、H: 水頭差(ヘッド)(m)、  
d: トンネル直径(m)

※「トンネル施工に伴う湧水濁水に関する調査研究(その2)報告書」((社)日本トンネル技術協会、昭和58年2月)

〇ここに、Kを以下のとおり仮定し、dを先進ボーリング径(0.125m)とします。

K: 水収支解析対象地域のボーリングで得た値のうち、最も大きい水準の透水係数  
1.0 × 10<sup>-5</sup> m/sec

《結果》

10mあたり Q=q × 10=32L/秒(Hを導水路トンネルの最大土被り500mとした場合)

上記の結果より、管理値は**30L/秒**としました。

《参考》

30L/秒は0.03m<sup>3</sup>/秒であり過去の突発湧水(切羽)実績に比較しても小さな値です。

(例) 福岡トンネル 約0.3m<sup>3</sup>/秒、飛騨トンネル 約0.2m<sup>3</sup>/秒、塩嶺トンネル 約0.7m<sup>3</sup>/秒、大清水トンネル 約0.3m<sup>3</sup>/秒  
丹那トンネル 約2.2m<sup>3</sup>/秒、安房トンネル 約1.7m<sup>3</sup>/秒

11

## 質問4の内容

### 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。

14

## 質問5に対する当社の回答

### 〇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

17

## 質問3の内容

### 質問3

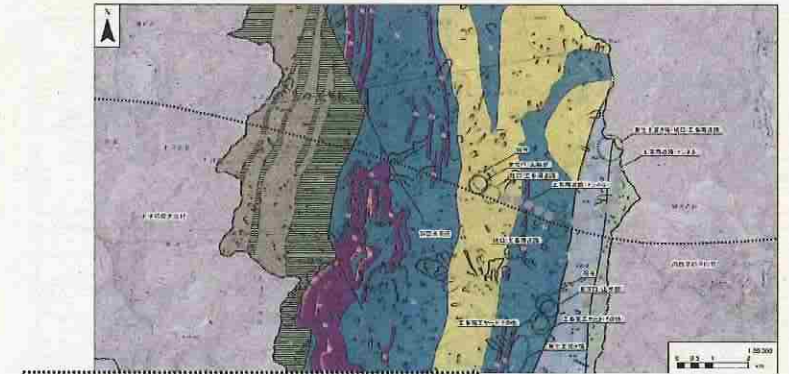
「高橋の水文学的方法」など、用いたモデルの妥当性とその限界、それに伴う推定量の不確実性について、どのように認識しているのかについて説明願う。

12

## 質問4に対する当社の回答

### 〇地質に関する名称

- ・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・鍛冶)」(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

15

## 質問5に対する当社の回答

### 〇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もありますが、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が、予測には不確実性があるため、先進ボーリングを慎重に進めること等によって、リスクを直前事前に把握して管理を行っていきます。

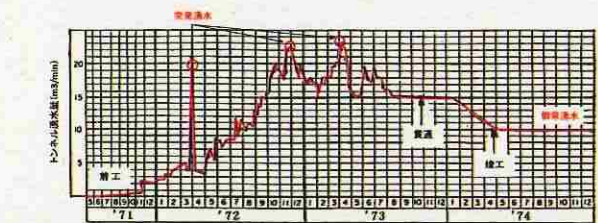


図 トンネル湧水量の工事中・工事後の変動(福岡トンネル(山陽新幹線))



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。

18

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。

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濁水が確認された。                 |
| 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濁水が確認された。 |

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

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。

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                  | 新鮮岩                  |
| 1                 | 未固結層堆積層     |           | 1.0×10 <sup>-6</sup> |                      |
| 2                 | 四万十層群       | 砂岩        | 4.0×10 <sup>-7</sup> | 2.0×10 <sup>-7</sup> |
| 3                 |             | 頁岩、砂岩頁岩互層 | 2.0×10 <sup>-7</sup> | 1.0×10 <sup>-7</sup> |
| 4                 |             | 緑色岩・チャート  | 4.0×10 <sup>-7</sup> | 2.0×10 <sup>-8</sup> |
| 5                 |             | 石灰岩       | 1.0×10 <sup>-6</sup> | 5.0×10 <sup>-7</sup> |
| 6                 | 断層(推定断層を含む) |           | 1.2×10 <sup>-6</sup> |                      |
| 7                 | 断層破碎帯       |           | 1.0×10 <sup>-6</sup> |                      |
| 8                 | 割れ目集中帯      |           | 7.0×10 <sup>-7</sup> |                      |

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、代わ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。

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

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ですが、予測には不確実性があるため、先進ボーリングを慎重に進めること等によって、リスクを直前事前に把握して管理を行っていきます。

質問9の内容

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。

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11に対する当社の回答

○導水路トンネルとポンプの設置①



- ・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。
- ・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。

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。

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。



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。

質問11に対する当社の回答

○導水路トンネルとポンプの設置②

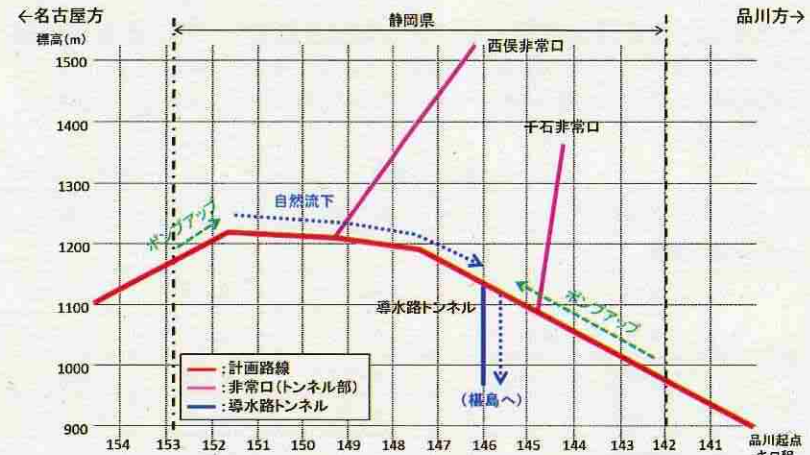


図 導水路トンネルとポンプアップによる復水イメージ

- ・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を大井川に流し、中下流域の水資源利用に影響が生じないようにします。

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>(樫島ロッヂ)   | 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。

質問11の内容

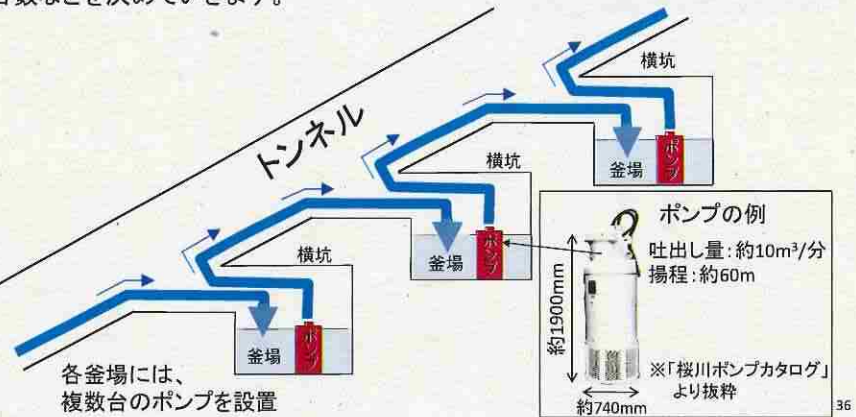
質問11

・工事中の全量戻しの方法について説明があったが、工事期間が長期に亘るため、完成までの工程に応じた確実な戻し方について詳細を説明願う。

質問11に対する当社の回答

○ポンプアップのイメージ(非常口)

- ・導水路トンネルの完成までは、トンネル湧水は非常口から河川へ流します。
- ・非常口にトンネル湧水をポンプアップするための横坑を複数箇所掘削し、工事中は横坑にポンプ釜場(プール)を設置し、必要な台数のポンプを配備します。
- ・具体的には、トンネル掘削開始後に、実際の湧水量などを確認しながら、ポンプの台数などを決めていきます。



質問12の内容

質問12

・大量の湧水が起因となり、地盤沈下など不測の事態が起こる可能性についての基本認識を説明願う。

質問13に対する当社の回答

○導水路トンネルの維持管理について

・導水路トンネルのメンテナンスは、他のトンネルと同様に定期的な点検を行う予定です。

○地震に対する設計について

・当社の土木構造物は、阪神、淡路大震災以降に改訂された国の新しい基準を踏まえて、十分な地震対策を進めており、中央新幹線についても同様の基準で計画しています。

・なお、阪神・淡路大震災を機に抜本的に見直された耐震基準に従って建設・補強された鉄道土木構造物は、東日本大震災においても深刻な被害を受けていません。

質問14の内容

質問14

・帯水層を貫くことは、地下水の水みちを変えることにならないのか  
・トンネル内への流入を抑えようとしている中、どのような場合に湧水が流入するのか。  
・トンネルに取り込まれない湧水は、どこに流れてしまうのか説明願う。(トンネル外部をトンネル法線方向に流れ、山梨側に流出する恐れへの対処など)

※ 質問書の文章を当社で要約して編集。

質問12に対する当社の回答

○工事による地盤沈下への影響について

・環境影響評価において、静岡県の対象事業実施区域の地盤は主に岩盤であるため地盤沈下のおそれがないため、環境影響評価の項目に選定していません。

方法書に対する静岡県知事意見(H24.2)及び事業者の見解

| 静岡県知事からの意見                                                  | 事業者の見解                                           |
|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 他都県の方法書では地盤沈下を評価項目として選定しているが、本県でも地盤沈下のおそれがあるため、環境影響評価を行うこと。 | 当該地域の地盤は主に岩盤であるため地盤沈下のおそれがないことから環境影響評価を行いませんでした。 |

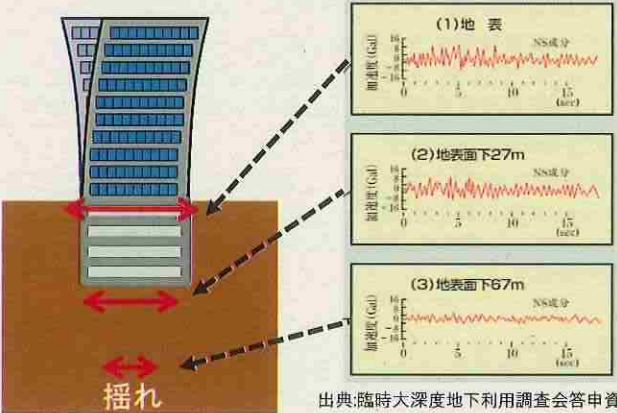
※該当箇所を抜粋

質問13に対する当社の回答

○トンネルの耐震性について

・トンネルは地震に強い構造物であり、深度が大きいほど地震の影響は小さくなると言われています。

※トンネルは地盤に追従して揺れるので、地上構造物に見られる振動の増幅が生じません。  
※また一般に、地震の揺れの大きさは地下深くなるほど小さくなる傾向にあります。



出典:臨時大深度地下利用調査会答申資料(一部加筆)

質問14に対する当社の回答

○地下水に係る環境保全措置について

・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たうえで、必要に応じて薬液注入の実施や覆工コンクリート、防水シート等の設置を行い、地下水への影響を低減していきます。



図 先進ボーリングの概要図

質問13の内容

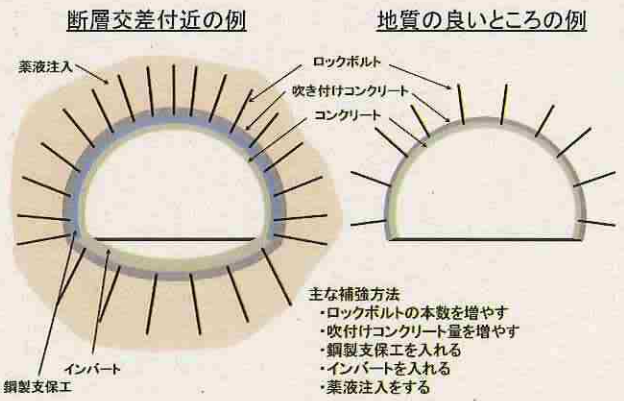
質問13

・恒久的にトンネル湧水を戻すことを表明しているが、長期にわたり導水路トンネルなどの関連施設の通常メンテナンスはどのように行っていくのか説明願う。  
・地震による施設破壊が懸念されるが、各施設の耐震性はどうか。破壊された場合を想定した対応策を二重、三重で考えておく必要があると考えるが方針を説明願う。

質問13に対する当社の回答

○トンネルの補強方法(NATMによる施工の場合)

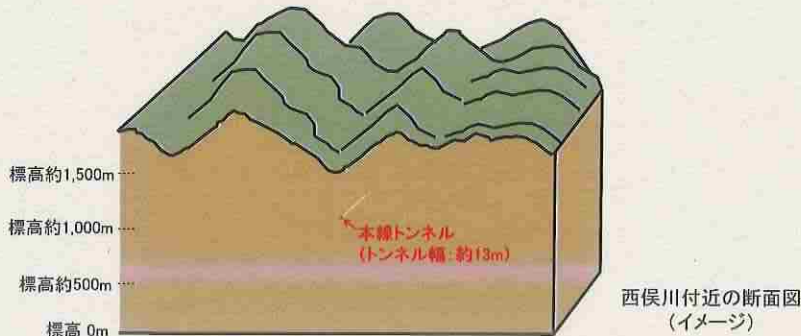
・NATMによる施工については、吹き付けコンクリート量を増やすことやロックボルトの本数を多くする等の補強を行うとともに、補強鋼材を入れる方法、トンネル底盤にインバートという左右の側壁を結合し断面を閉合するコンクリートを打設し、トンネルを卵型に近い形にする方法、周辺の地盤に薬液注入をする方法等、状況に応じたトンネル補強方法を選択して施工します



質問14に対する当社の回答

○トンネル掘削による地下水への影響について

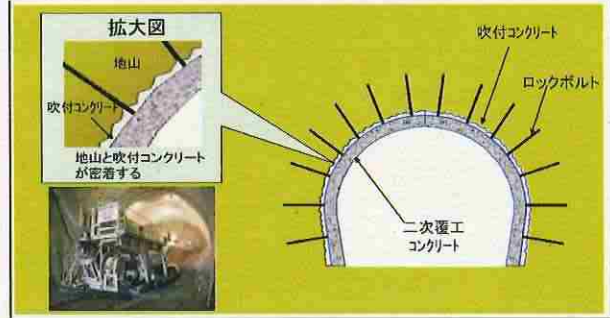
・地質によっては一時的に多くのトンネル湧水が出る場合もありますが、トンネルの断面は地山全体と比較すると小さいため、地下水の流れへの影響はトンネル周辺の一定の範囲に限られると考えていますが、予測には不確実性があるため、先進ボーリングを慎重に進めること等によって、リスクを直前事前に把握して管理を行っていきます。



質問14に対する当社の回答

○NATMの概要について

- ・NATMは掘削した部分を素早く吹き付けコンクリートで固め、ロックボルトを岩盤奥深くにまで打ち込むことにより、地山自体の保持力を利用してトンネルを保持します。
- ・地山に直接コンクリートを吹き付けた後、覆工コンクリートを設置しますので、地山に密着できる工法です。
- ・トンネル法線方向に地下水が流れにくい構造となります。



(交通政策審議会陸上交通分科会鉄道部会中央新幹線小委員会資料による)

質問16の内容

質問16

- ・トンネル湧水や下流域地下水に関する意見や要望は、山梨県や長野県の住民からも出されているのか説明願う。

質問17の内容

質問17

- ・何らかの理由により中央新幹線が廃止となった場合やJR東海が存続できなくなった場合には、恒久的にトンネル湧水を戻す処置はどのように行うのか説明願う。

質問15の内容

質問15

- ・工事中にトンネル湧水が山梨県、長野県へ流出しないような工程を考えるべきだと思が見解を説明願う。

質問16に対する当社の回答

準備書に対する山梨県知事意見(H26.3)

| 山梨県知事からの意見                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>○トンネル工事に係る環境影響の把握と定期的な水質検査の実施</b><br>・湧水の定期的な水質検査は、有害物質等が地下水に含有されていた場合、早期に発見し、迅速に対応することが可能となることから、放流先を明確にしたうえで、工事着手前からの定期的な水質検査を実施し、その結果を事業の実施中及び実施後の手続において明らかにすること。<br>・高濃度の塩類や有害物質を含む湧水を放流する場合にあつては、放流先の河川の状況(水質、水量等)を踏まえた放流水質を設定すること。なお、対応状況については事業の実施中及び実施後の手続において明らかにすること。 |
| <b>○温泉湧出状況等のモニタリング</b><br>・温泉などの重要な水資源については、工事中に定期的な水質測定を実施するとともに、浸出水変化時と地質変化時に水質測定を実施する旨を評価書に記載すること。なお、工事中に温泉の湧出が確認された場合は、関係機関に連絡し対応を協議すること。                                                                                                                                      |

※トンネル湧水に関わる主な意見を抜粋

なお、山梨県知事意見として、高橋の水文学的方法による予測検討範囲外の下流域の地下水に対する意見は頂いていません。

質問17に対する当社の回答

○導水路トンネル、ポンプ設備の維持管理について

- ・営業主として当社が責任を持って、導水路トンネル及びポンプ設備を維持管理していきます。

質問15に対する当社の回答

○南アルプストンネルの掘削工程について(他県との関係)

- ・トンネルを掘削する中で、実際の湧水量などを確認しながら、適切に対応していきます。

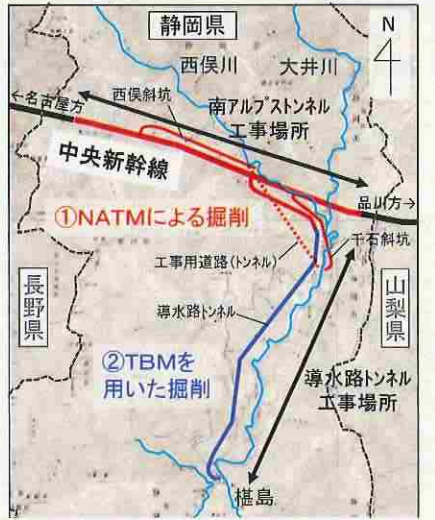


図 静岡県内のトンネル工事概要

質問16に対する当社の回答

準備書に対する長野県知事意見(H26.3)

| 長野県知事からの意見                                                                                                                                                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ・トンネルの工事における水の汚れについて、自然由来の重金属等の調査項目に亜鉛を加えて予測評価を行い、結果を評価書に記載すること。                                                                                             |
| ・工事の実施に伴う排水を公共用水域に放流するに当たっては、河川管理者等と協議の上、放流先の河川の水質や利用状況等を考慮して、放流位置及び排水の処理方法を検討すること。特に、松川橋梁付近の工事により発生する排水は、妙琴浄水場の取水位置より下流に放流するなど、水道水の原水に影響が生じないよう必要な対策を講じること。 |

※トンネル湧水に関わる主な意見を抜粋

なお、長野県知事意見として、高橋の水文学的方法による予測検討範囲外の下流域の地下水に対する意見は頂いていません。

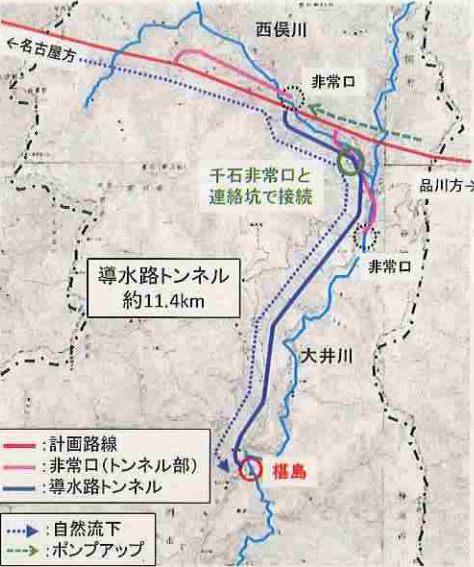
質問18の内容

質問18

- ・事後調査計画書に記載されている河川流量や地下水位等の事後調査は、トンネル工事周辺の上流域に限定している。この事後調査により、中下流域の住民生活等を十分守ることが可能であることを説明願う。

質問18に対する当社の回答

○大井川中下流域の水資源利用に係る環境保全措置



・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。

・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。

質問18に対する当社の回答

○河川流量等の事後調査地点について

・河川流量の事後調査については、準備書に対する静岡県知事からの意見等を踏まえ、常時計測を3地点、月1回計測を7地点で実施することとしています。

※沢等の流量のモニタリングについては、トンネルの工事に伴い影響が生じる可能性があるとして想定した沢等において、年2回(豊水期、渇水期)計測を38地点で実施



質問20、21、22の内容

質問20

・ポンプの電源供給はどのように行うのか。停電時の対応はどのようにするのか説明願う。また、現地に立入できないためポンプの稼働報告をするべきだと思えるが見解を説明願う。

質問21

・ポンプ稼働の電源は、どのように対応するのか説明願う。

質問22

・高圧電力の施設となるがその管理方法はどうか。冬場の積雪や凍結、機器の故障など非常時の予備電源などの対策をどのように考えているのか説明願う。

質問18に対する当社の回答

○地下水の水位の事後調査について

・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。

・地下水の調査地点は、方法書に対する静岡県知事からの意見等を踏まえ、二軒小屋及び榎島付近の2ヶ所の井戸としました。

| 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>(榎島ロッヂ)   | GL-約5~8m  |



質問19の内容

質問19

・湧水のポンプアップ用にポンプを6台設置する案が示されたが、経緯や方法について、図面等により詳細に説明願う。

質問20、21、22に対する当社の回答

○電源設備について

・工事にあたっては、工事用電源を配備します。また、停電時に備え、非常用電源も配備します。

・中央新幹線の営業開始後は、沿線の変電所より2重系の電源を配備する予定です。

・電力設備は、これまでの当社の施設と同様に定期的に点検を行い管理していきます。

○ポンプ設備の運用に係る具体的事項について

・ポンプの稼働状況の報告等、ポンプ設備の運用に関する具体的な事項については、今後、大井川利水関係協議会の方々と調整していきます。

質問18に対する当社の回答

○地下水の水位の予測について

・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。十分に離れた中下流域の地下水に影響する可能性は非常に小さいと考えていますが、予測には不確実性があるため、先進ボーリング等により、事前にリスクを推定し、大きなリスク発生を回避していきます。

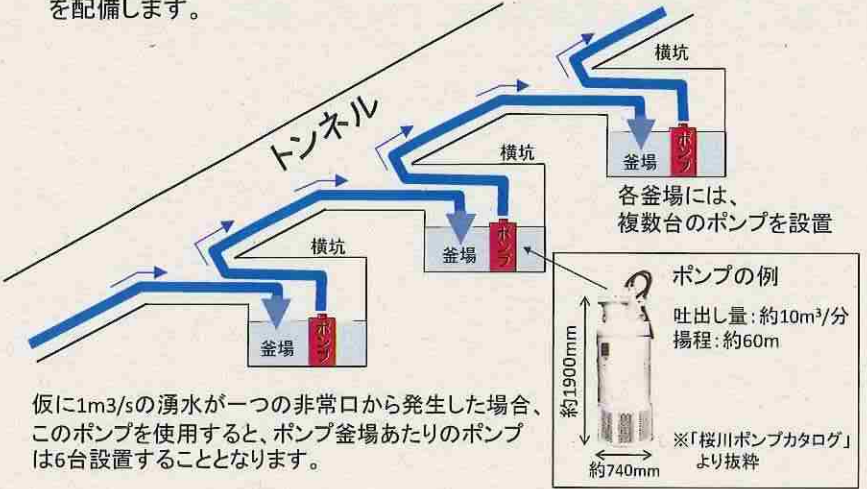


質問19に対する当社の回答

○ポンプアップのイメージ(非常口)

・導水路トンネルの完成までは、トンネル湧水は非常口から河川へ流します。

・そのため、非常口にトンネル湧水をポンプアップするための横坑を複数箇所掘削し、工事中は横坑にポンプ釜場(プール)を設置し、必要な台数のポンプを配備します。



質問23の内容

質問23

・ポンプの維持管理等に関する具体的方策はどうか。ポンプの通常メンテナンスはどのように考えているのか説明願う。

質問23に対する当社の回答

## ○ポンプ設備の維持管理について

- ・ポンプ設備は、これまでの当社の機械設備と同様に定期的に点検を行い管理する予定です。

### 質問25の内容

質問25

- ・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。

質問25に対する当社の回答

### ○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 先進坑のイメージ

### 質問24の内容

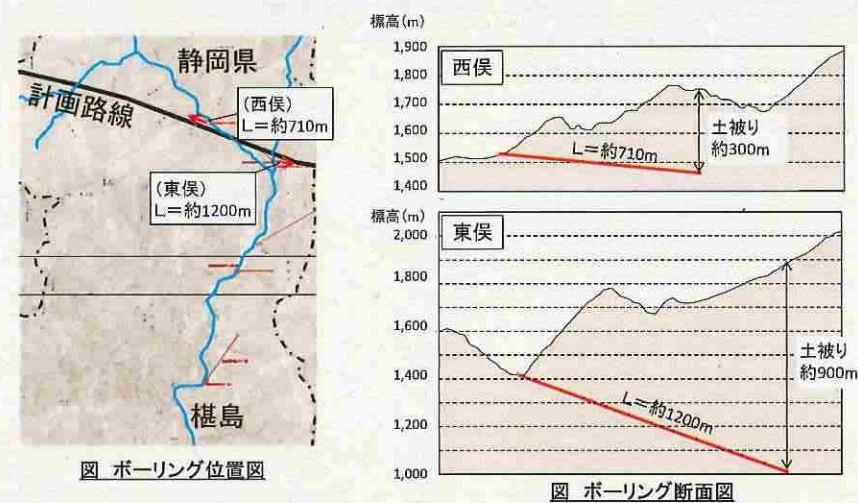
### 質問24

- ・ポンプアップ用ポンプの電気料金や負担方法の試算資料等について説明願う。

質問25に対する当社の回答

## ○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。



質問25に対する当社の回答

### ○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) 71

質問24に対する当社の回答

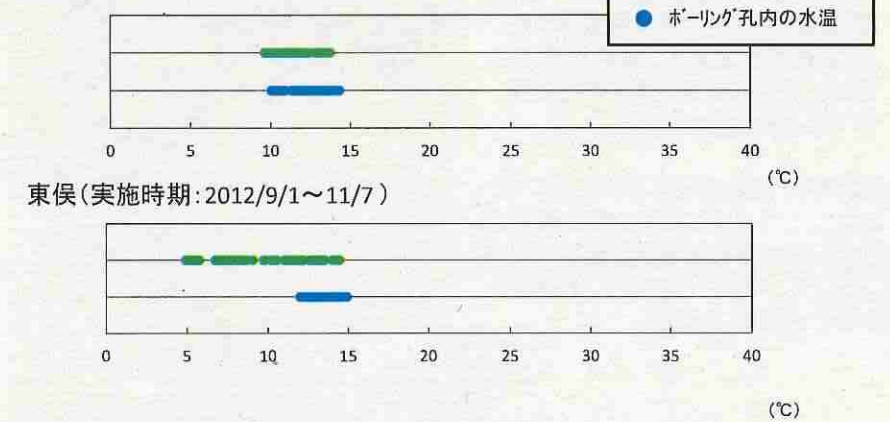
### ○ポンプアップに係る電気料金等について

- ・ポンプアップに係る電気料金等は、ポンプアップの手法等の技術的な内容ではないため、回答は控えさせていただきますが、当社が責任を持って、ポンプ設備を維持管理していきます。

質問25に対する当社の回答

### ○河川とボーリング孔内の水温の比較

西侯(実施時期:2013/7/1~9/4)



※ボーリング孔内の水温は、10～15℃でした。

※冬期は河川の水温が低くなりますが、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、河川の水温に近づけることが可能と考えています。

### 質問26の内容

質問26

- ・トンネル工事完成後のコンクリートからの湧水には、排水基準を上回る高pHが長期間湧出する。工事完成後の対応が不明確であるため、具体的な水質保全対策について説明願う。

※ 質問書の文章を当社で要約して編集。

質問26に対する当社の回答

○トンネル湧水の水質に係る環境保全措置について

- ・トンネル工事により発生するアルカリ排水については、必要に応じて発生水量を考慮した処理能力を有する処理設備を設置し、法令に基づく排水基準等を踏まえ、中和処理等の汚れを低減させるための処理をしたうえで河川へ排水することを考えています。
- ・処理設備は突発的な湧水に備えた規模のものを設置します。詳細については、先進ボーリング等による調査結果を踏まえて決めていきます。



写真 処理設備の例

- ・工事中的水質調査の結果、調査の継続が必要と判断された場合には、工事完了後も必要な期間において定期的に調査を実施することを考えています。

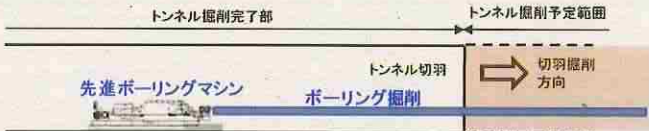


図 先進ボーリングの概要図

73

質問28の内容

質問28

- ・科学的に処理されたトンネル発生土が盛土された後、雨等で水に溶け出し、大井川を汚染(濁り)させ、取水に影響ないのか説明願う。

76

質問29の内容

○工事中的トンネル湧水に含まれる有害物質等への対応

- ・トンネル工事により発生するアルカリ排水、自然由来の重金属等の処理設備は、突発的な湧水に備えた規模の処理設備を設置します。

※突発湧水等による坑口最大湧水量は竣功時湧水量の1.5倍程度※とされています。  
※「トンネル施工に伴う湧水濁水に関する調査研究(その2)報告書」  
((社)日本トンネル技術協会、昭和58年2月)



写真 処理設備の例

- ・詳細は先進ボーリング等の調査結果を踏まえて決めてまいります。

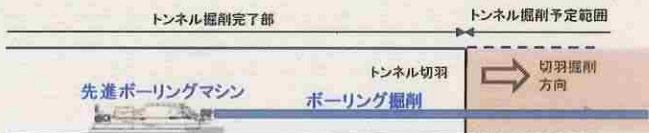


図 先進ボーリングの概要図

79

質問27の内容

質問27

- ・工事排水の水質測定のうち、重金属類の測定頻度は、どのような考え方で、月1回と決めたのか。測定頻度期間に問題はないのか説明願う。

74

質問28に対する当社の回答

○薬液注入箇所の掘削土の処理等について

- ・薬液注入工法を施工した箇所の掘削土については、使用した薬液に応じて法令等に基づき適切に処理します。

- ・また、工事排水を放流する箇所(河川)の下流地点において、工事中は年1回、最も影響の大きいと考えられる渇水期において、水質のモニタリングを実施します。



図 トンネル工事排水に係る水質モニタリング地点

77

質問29に対する当社の回答

○突発的な湧水について

- ・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います。
- ・その結果、突発湧水が発生したトンネル付近の地下水の分布状況が変化すると考えています。

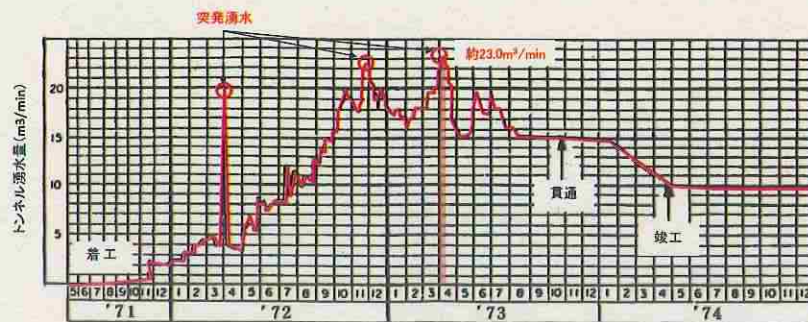


図 トンネル湧水量の工事中・工事後の変動(福岡トンネル(山陽新幹線))

80

質問27に対する当社の回答

○水質(自然由来の重金属等)の監視について

- ・河川へ放流する前のトンネル湧水の水質(自然由来の重金属等)について、1回/月を基本に測定していきます。但し、トンネル掘削開始後から1ヶ月間は、トンネル湧水の初期状況を把握するために、1回/週を基本に測定します。
- ・また、測定の結果、湧水の計測結果で排水基準値を超過の恐れが高い場合やトンネル掘削土の自然由来重金属等の測定の結果、土壤汚染対策法に基づく基準値を超過した場合には頻度を上げて測定します。

※自然由来重金属等の監視計画について

- 測定項目
  - ・カドミウム、六価クロム、水銀、セレン、鉛、ヒ素、ふっ素、ほう素
- 測定頻度
  - ・掘削開始後から1ヶ月間:1回/週
  - ・その後:1回/月(通常時)
  - 1回/日(頻度を上げる場合)

- ・なお、トンネル掘削土の自然由来の重金属等の測定については、トンネル掘削時に1回/日を基本に実施する予定です。

75

質問29の内容

質問29

- ・掘削により、散在する帯水層が破壊された場合には、重金属等が含まれた地下水がそのまま下流域に流下してしまうことが懸念される。掘削中、帯水層が破壊される可能性についての貴社の認識とともに、破壊される可能性があるとする場合にはこの懸念への対処方法を、また破壊されることはないとするならばその根拠を明確に説明願う。

78

質問30の内容

質問30

- ・過去のトンネル工事事例における突発的湧水の総量及びその時間的変化、その変化の要因、突発的湧水の周辺水資源分布への影響について説明願う。
- ・突発湧水が収束するのは、被圧水や滞水層の水が突発湧水により影響を受け、周辺水量が減少するため、結果的に突発湧水が一定期間で収束するのではないかと。よって、突発湧水の発生事態が大きなりスクと考えるが見解を説明願う。

81

質問30に対する当社の回答

○突発的な湧水の総量について

- ・昨年の本会議（H30.11.21）で例としてお示した過去のトンネル工事事例において、突発湧水の総量の記録は入手できませんでした。
- ・参考までに、下図の福岡トンネル（山陽新幹線）の湧水量の変動図のグラフから、突発湧水が発生した際の坑口におけるトンネル湧水の総量を簡略的に計算すると、約10日間で約15万m<sup>3</sup>となります。

※突発湧水時の総量 約23.0m<sup>3</sup>/min × 約10日間 ÷ 2 = 約15万m<sup>3</sup>

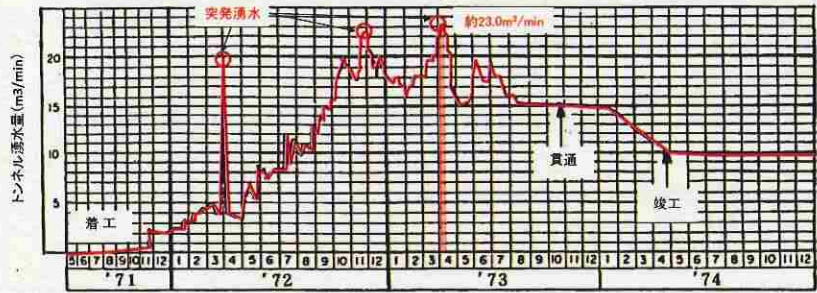


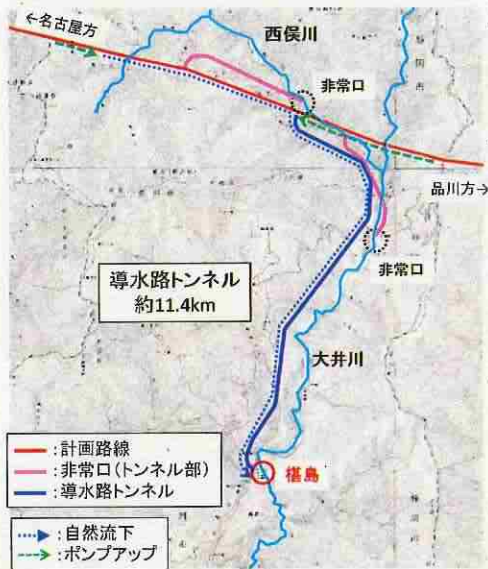
図 トンネル湧水量の工事中・工事後の変動（福岡トンネル（山陽新幹線））

※「トンネル掘込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 1983.3）より

82

質問31、32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。
- ・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。

85

質問33の内容

質問33

- ・工事に伴って得られる地質や地下水の情報開示に関する方針（具体的な公表方法）を説明願う。

88

質問30に対する当社の回答

○河川の流量に係る環境保全措置について

- ・評価書では、一部の河川において河川流量に影響があると予測しており、その原因としてトンネルが断層や破碎帯を横切る区間が存在し、トンネル内の湧水量が増加し、その分地下水から河川への流出量が減少した結果、下流の河川流量が減少したものと考えられるとしています。
- ・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把握したうえで、必要に応じて薬液注入の実施や覆工コンクリート、防水シート等の設置を行い、地下水への影響を低減していきます。



写真 薬液注入工の施工例



写真 防水シートの施工例



写真 覆工コンクリートの施工例

83

質問31、32に対する当社の回答

○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

86

質問33に対する当社の回答

○トンネル湧水等の情報について

- ・トンネル湧水等の状況については、定期的にご説明することを考えています。頻度やご説明の方法については静岡県と調整していきます。

質問31、32の内容

質問31

- ・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。

質問32

- ・下流域での地下水利用への影響の評価方法と影響が発生した場合の対応（補償等）について説明願う。

84

質問31、32に対する当社の回答

○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が、予測には不確実性があるため、先進ボーリング等により、事前にリスクを推定し、大きなリスク発生を回避していきます。

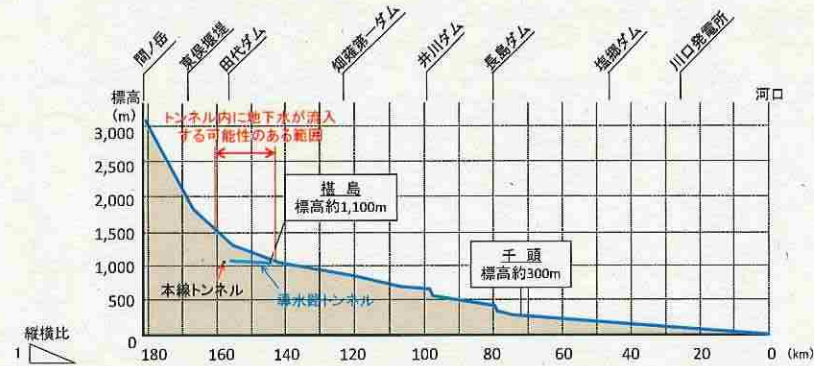


図 大井川沿いの縦断面図

87

質問34の内容

質問34

- ・実測値を踏まえて山体内部の地下水解析（流動解析や水収支解析）を実施する際に利用したモデルの検証方法や感度解析などに関する今後の指針を説明願う。

※ 質問書の文章を当社で要約して編集。

89

90

## 質問34に対する当社の回答

### ○河川流量への影響の把握方法について

- ・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

91

## 質問35に対する当社の回答

### ○河川流量の事後調査期間について

- ・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。

- ・河川流量の事後調査は、トンネル工事完了後3年間実施することを基本としていますが、状況に応じて、調査期間は別途検討することを考えています。



図 河川流量の事後調査地点

94

## 質問34に対する当社の回答

### ○河川流量への影響の把握方法の例（河川流出モデル）

- ・河川流量への影響の程度を検証する際は、その時点で最適な河川流出モデルを用いることを考えています。

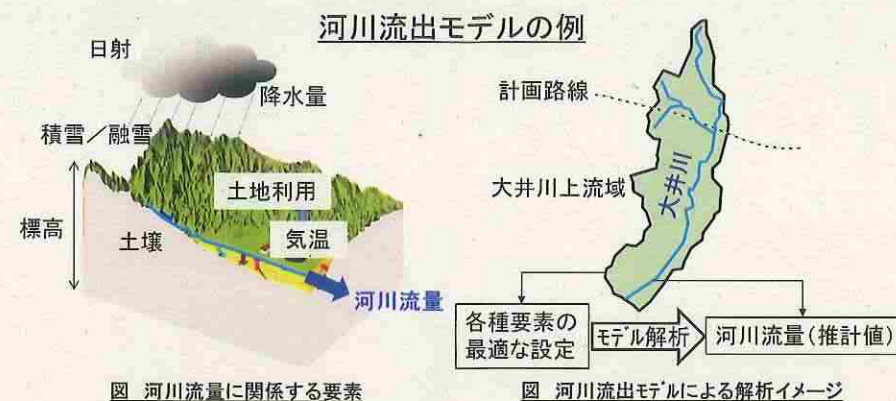


図 河川流量に関する要素

図 河川流出モデルによる解析イメージ

- ・モデル構築に用いる各種要素は実測流量と合うよう最適に設定
- ・モデルに降水量等を入力し、トンネルがない場合の河川流量（推計値）を推計

92

## 質問36の内容

### 質問36

- ・複雑な地質状況を確認しながら工事を進めるため、本坑や先進坑の掘削に先立ち、オールコア水平ボーリング（数十m程度ずつでも可）を実施するべきと考えるが見解を説明願う。

## 質問35の内容

### 質問35

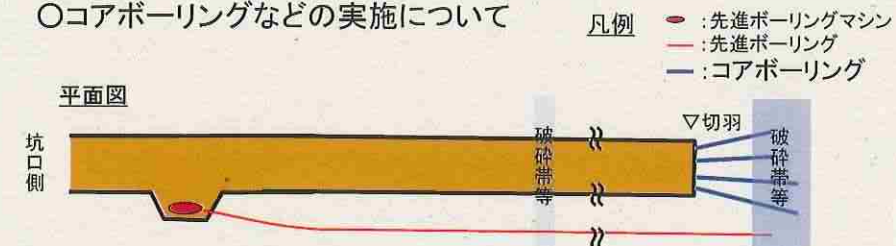
- ・河川流量への影響の把握は、工事後長期的な観点で行うことは考えていないのか見解を説明願う。また、その必要がないとする場合にはその理由について併せて説明願う。

※ 質問書の文章を当社で要約して編集。

93

## 質問36に対する当社の回答

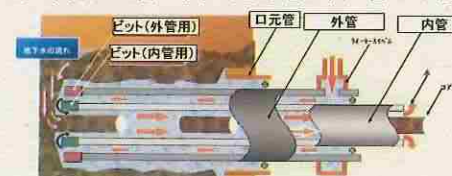
### ○コアボーリングなどの実施について



- ・当該地点手前での掘削工事の一時中断
- ・コアボーリングなどを実施し、破砕帯や割れ目集中帯等の詳細を確認するとともにその結果を対策工法の検討を行うために活用します。

### コアボーリングの例（シールドリバース工法）

二重管で削孔、外管と内管の間に送水をし、内管から返水する水とともにコアを採取します



95

96