

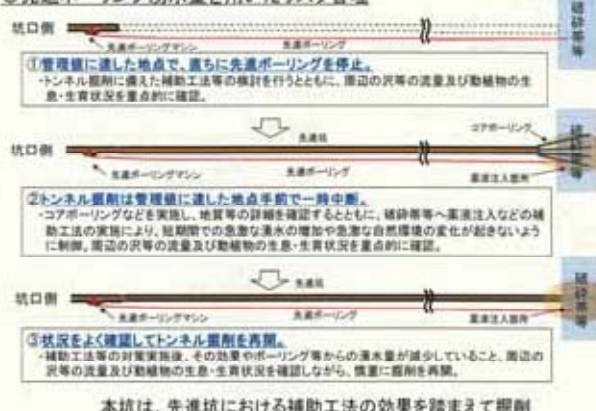
# 「静岡県中央新幹線環境保全連絡会議 (地質構造・水資源専門部会委員)」 へのご説明

令和元年8月20日(火)

東海旅客鉄道株式会社

## 「1 リスク管理に関する基本的考え方(共通③)」

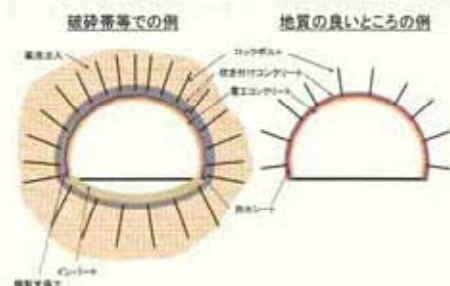
### ○先進ボーリング湧水量を用いたリスク管理



## 「1 リスク管理に関する基本的考え方(共通⑤)」

### ○トンネル掘削時の湧水量低減対策

- 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し、湧水量を低減していきます。
- また、破砕帯等においては、薬液注入などの補助工法も実施していきます。



## 「1 リスク管理に関する基本的考え方(共通①)」

### ○当社のリスク管理方針

- 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るという不確実性」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。

## 「1 リスク管理に関する基本的考え方(共通④)」

### ○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(m³/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漏れに関する調査研究(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 × 10⁻⁵ 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0.05m³/秒であり過去の突発湧水(切羽)実績と比較しても小さな値です。

(例) 福岡トンネル 約0.3m³/秒、札幌トンネル 約0.2m³/秒、塩田トンネル 約0.7m³/秒、大宮トンネル 約0.3m³/秒、丹那トンネル 約2.2m³/秒、安部トンネル 約1.7m³/秒

## 「1 リスク管理に関する基本的考え方(共通⑤)」

### (参考)湧水量低減対策の実施状況例



## 「1 リスク管理に関する基本的考え方(共通②)」

### ○先進ボーリング、先進坑、本坑掘削の手順

- ①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
- ②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を実施し、透水係数などの物性値を把握
- ③先進坑の掘削  
※本坑より小さい断面で掘削し、地質や湧水の状況を詳細に把握
- ④本坑の掘削  
※①～③の結果を踏まえて適切な補助方法等を選択



## 「1 リスク管理に関する基本的考え方(共通⑤)」

### ○リスク管理の上限設定(トンネル全体)

- トンネル工事における、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3m³/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)の竣工時湧水量は覆工コンクリートや防水シート等がない条件で2.67m³/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、最大で約4m³/秒と想定されますが、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3m³/秒を上限にリスク管理を行ないます。

※1「トンネル施工に伴う湧水漏れに関する調査研究(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3.5m³/秒、安部トンネル 約3.0m³/秒

## 「1 リスク管理に関する基本的考え方(共通⑤)」

### (参考)湧水量低減対策の実施状況例





## 塩坂委員からのご質問

### 「1 リスク管理に関する基本的考え方(1)」「(2)」(質問への回答)

#### 管理値の見直しが必要な場合の柔軟な対応について

・管理値50L/秒の値について、掘削の状況からより厳しく下げることがあっても、より大きく緩和することは考えておりません。

・例えば、先進ボーリング湧水量が管理値に達しなくても、沢枯れによる自然環境への影響が見られる場合等に、管理値を下げることを検討いたします。

### 「2 管理手法(2)」(質問への回答)

#### バックグラウンドデータを早急に示すべき

・バックグラウンドデータは、現在、整理しています。提示方法等について、ご相談させて頂いたうえで、お示しさせて頂くことを考えています。

リスクマトリックスについて、リスクの項目、影響項目を事前に整理し、チェックした項目については調査結果にもとづいてウエイト付けを行い可視化が必要がある

・丸井委員からご提案いただいたリスクマップやリスクマトリックスについて、丸井委員とご相談しながら作成し、なるべく早くお示しすることを考えています。

### 「2 管理手法(1)～(3)」

#### ○工事着手前のバックグラウンドデータの整理

当社がこれまでに大井川上流域で実施してきた河川の流量や水質等の調査結果に加え、静岡県がこれまでに中下流域で実施してきた河川の流量や水質等の調査結果を参考に、当社がこれらをバックグラウンドデータとして整理しています。今後、提示方法等をご相談させて頂いたうえで、公表していきます。

表 バックグラウンドデータ整理項目(河川の流量、水質)の例

| 分類           | 整理項目                         | 調査地点                      | 調査頻度・継続                                         |
|--------------|------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------|
| 上流域<br>(川原)  | 流量                           | 奥水所(西原、奥原、本郷)<br>(計3地点)   | 臨時計測<br>(西原・H26年度～、奥原、本郷・H21年度～)                |
|              | 流量、水温、pH、<br>電気伝導率           | 河川(計7地点)                  | 毎月1回を基本(H26年度～)計1                               |
|              | SS、自然由来の<br>重金属等             | 沢等(計38地点)                 | 毎年2回(豊水期・渇水期)を基本(H26年度～)計3                      |
|              | SS、自然由来の<br>重金属等             | 工事排水施設箇所<br>(計7地点)        | ・環境影響評価調査・2回(豊水期・渇水期)計2<br>・工事着手前モニタリング・1回(渇水期) |
| 中下流域<br>(橋本) | 流量、水温、pH、SS、<br>COD、DO、大腸菌群数 | 生活排水施設箇所<br>(計3地点)        | ・平成24年度調査・2回(豊水期・渇水期)<br>・工事着手前調査・1回(渇水期)計3     |
|              | 流量、水温、pH、SS、<br>COD、DO、大腸菌群数 | 下流域付近(川根本町)<br>神楽川付近(島田市) | 毎月1回を基本(H21年度～)                                 |
|              | 自然由来の<br>重金属等                | 富士見橋付近(宮田町)               | 毎年1～6回(H21年度～)計4                                |
|              | 自然由来の<br>重金属等                |                           |                                                 |

※1 一部の地点は、大井川水系環境調査委員会での調査を実施し、途中から追加等を行っている。

※2 自然由来の重金属等は工事着手前モニタリングのみ実施。

※3 COD、大腸菌群数は平成24年度調査のみ実施。

※4 調査年度、調査地点、調査項目等によって、頻度は異なる。

### 「2 管理手法(1)～(3)」

#### ○工事中のデータの整理

工事中でも、当社や静岡県が実施する調査結果等をもとに、上・中・下流域ごとの河川の流量や水質等のデータを時系列で変化がわかるような形で整理し、静岡県中央新幹線環境保全連絡協議会の専門部会委員等による評価が可能となるよう、静岡県へ随時報告していきます。報告方法等は今後、静岡県と相談して決めていきます。

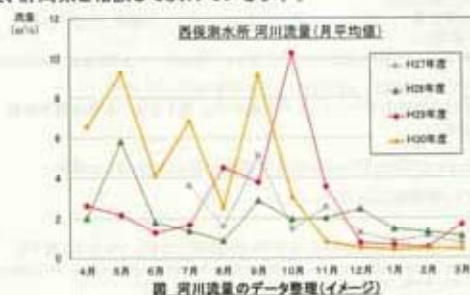


図 河川流量のデータ整理(イメージ)

### 「2 管理手法(1)～(3)」

#### ○リスクマップ

表 リスクマップイメージ(例:破砕帯等での突発的な湧水の発生)

| リスク要因           | 想定される現象    | 調査方法                        | 対応方法                                                                                                                                                                               |
|-----------------|------------|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 破砕帯等での突発的な湧水の発生 | 地下水位の急激な低下 | 上・中・下流域の地下水位の計測             | ○先進ボーリング実施時<br>・先進ボーリングによる破砕帯等箇所での事前把握<br>・コアボーリング等の実施による補助工法等の検討<br>・先進ボーリング湧水量の管理値設定によるリスク管理(管理値を超えた場合には、直ちにボーリングを中止する、緊急的に掘削)                                                   |
|                 | 沢の流量減少・枯渇  | 沢の流量のモニタリング、水位の監視計測、沢底の監視調査 | ○先進ボーリング実施時<br>・先進ボーリング湧水量の管理値設定によるリスク管理(管理値を超えた場合には、直ちにボーリングを中止する、緊急的に掘削)<br>○トンネル掘削時<br>・沢の流量、動植物のモニタリングの実施<br>・高濃度汚濁水の発生(管理値を超えた場合には、当該地点でトンネル掘削を一時的に中止)                        |
|                 | 沢の動植物の減少   | 沢の動植物のモニタリング                | ○トンネル掘削工事前<br>・事前の代表種等の検討・実施<br>○先進ボーリング実施時<br>・先進ボーリング湧水量の管理値設定によるリスク管理(管理値を超えた場合には、直ちにボーリングを中止する、緊急的に掘削)<br>○トンネル掘削時<br>・高濃度汚濁水の発生(管理値を超えた場合には、当該地点でトンネル掘削を一時的に中止)<br>・植物の移植等の実施 |
|                 |            |                             |                                                                                                                                                                                    |

### 「2 管理手法(1)～(3)」

#### ○リスクマトリクス

危険度

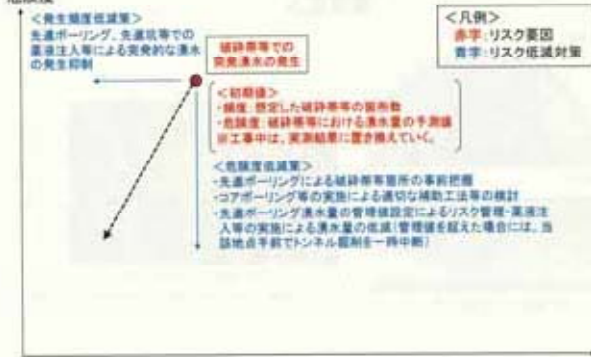


図 リスクマトリクスイメージ(例:破砕帯等での突発的な湧水の発生)

### 「1 水量(2)突発湧水対応 イ」(質問への回答)

突発湧水の総量を戻すことを基本的に考えていない、南アルプスは断層破砕からの湧水で表流水が維持されているわけで、数百年かかって帯水した地下水を還元する事が必要である。

・突発湧水を含めた湧水全量を流すこととしているが、破砕帯などに帯水した地下水をその付近に還元することは難しいと考えています。

### 「1 水量(2)突発湧水対応 ウ」(質問への回答)

3mを超えた分の対応策が示されていない。

・静岡県内のトンネル全体(非常口、先進坑、本坑)の湧水量の管理値3m³/秒は、先進ボーリングをはじめ、トンネル工事全体でのリスク管理を適切に行うことにより、管理値以下にすることが可能と考えています。



### 「1 水量 (5) 減水に伴う生態系への影響」(質問への回答)

西俣非常口から上流の問題が解決していません。地下水枯渇等の対策が示されていません。

表流水の減少は周辺の生態系に壊滅的な影響を及ぼします。JR東海は地下ダムを考えるのか、そうでない場合は代替案を示すべき。

・西俣非常口より上流域へ湧水を流すためには、新たに大掛かりな揚水設備や導水設備が必要となり、更なる環境負荷がかかり現実的ではないと考えています。

・また、塩坂委員からご提案いただいた地下ダムなど大規模な施設を西俣付近に建設することは、技術的に困難かつ、更なる環境負荷がかかることとなり、合理的な対策ではないと考えています。

・流量減少の低減措置を実施したうえで、専門家に助言を頂きながら移植等を実施することや、移植等が困難な場合には、生物多様性オフセットの考え方も参考に、事前の代償措置(イワナ類の養殖・放流事業への協力等)を静岡県、静岡市等関係市町、専門家及び地元関係者等のご協力を得ながら進めていきたいと考えています。

### 「3 発生土対策 (1) 発生土置き場の設計」

#### ○シミュレーションの考え方 (2)

資料(第4-3-(1)ア)-2  
(H28.3.28資料)

- ・深層崩壊に起因して発生する主な土砂移動現象は発生箇所の直下で崩壊土砂が停止する現象もあるが、崩壊土砂がそのまま土石流となる現象を対象とし、同時に大雨などによって河川等の流量が増大する場合を想定する
- ・深層崩壊に起因する土石流は、実際には複数波に分かれて流下する可能性が考えられるが、最も被害が大きくなると想定される、崩壊土砂の全てが1波の土石流となる現象を対象とする
- ・土石流が下流域に及ぼす影響について評価するために、発生土置き場がある場合と無い場合の計算結果を榎島ロッジ付近で比較する

22

### 「1 水量 (5) 減水に伴う生態系への影響」(質問への回答)

山梨県第四南巨摩トンネル早川東非常口湧水処理施設排水口下流100mで、3月19日 5月28日の二回にわたり透視度を測定しました。いずれも環境基準値をオーバーしています。前日も毎日測定をしているのだからチェックしてほしいと意見を述べましたが、結果が示されません。「適切に処理して排水する」全く信頼できません。

資料(第4-3-(1)ア)-3  
(H28.3.28資料)

・静岡県が6月4日に公表した「山梨県内富士川支流早川等の濁り等の5月の調査結果(速報値)」についてによれば、5月28日の早川東非常口の上下流に当たる2地点における浮遊物質量は、それぞれ13mg/L、7mg/Lとなっています。

| 採水地点      | PH  | SS(mg/L) |
|-----------|-----|----------|
| ① 早川 見返橋  | 8.0 | 13       |
| ② 早川 ヤマセ橋 | 7.8 | 7        |
| 早川東非常口    | 7.2 | 7        |

・各地点とも富士川における環境基準(25mg/L)を下回っており、透視度の調査結果に当社の排水が影響していることはないと考えます。

### 「3 発生土対策 (1) 発生土置き場の設計」

#### ○シミュレーションの主な入力数値

資料(第4-3-(1)ア)-4  
(H28.3.28資料)



|                   |       |
|-------------------|-------|
| 深層崩壊の崩壊土砂量 (m³)   |       |
| 上千枚沢              | 約85万  |
| 土石流の流量(最大) (m³/s) |       |
| 上千枚沢              | 8,449 |
| 河川等の流量 (m³/s)     |       |
| 大井川               | 671   |
| 千石沢               | 57    |
| 車屋沢               | 57    |
| 上千枚沢              | 119   |
| 下千枚沢              | 61    |
| 燕沢                | 23    |
| 上大沢               | 10    |

### 「1 リスク管理に関する基本的考え方 (1)、(2)」(質問への回答)

管理値の見直しが必要な場合の柔軟な対応について

・管理値50L/秒の値について、掘削の状況からより厳しく下げることはあっても、より大きく緩和することは考えておりません。

・例えば、先進ボーリング湧水量が管理値に達しなくても、沢枯れによる自然環境への影響が見られる場合等に、管理値を下げることを検討いたします。

### 「3 発生土対策 (1) 発生土置き場の設計」

#### ○シミュレーションの考え方 (1)

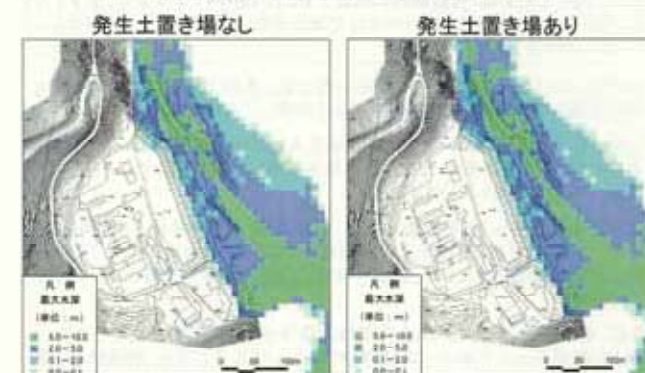
資料(第4-3-(1)ア)-1  
(H28.3.28資料)

- ・上千枚沢の深層崩壊に起因する土石流について、数値シミュレーションを実施して、下流側での影響について発生土置き場(燕沢)がある場合と無い場合を比較する
- ・シミュレーションにあたっては、「(一財)砂防・地すべり技術センター」からの技術指導を受けて実施した

### 「3 発生土対策 (1) 発生土置き場の設計」

#### ○シミュレーション結果 (最大水深の比較(榎島ロッジ付近))

資料(第4-3-(1)ア)-3  
(H28.3.28資料)



発生土置き場の有無による榎島ロッジ付近への影響に違いはない

### 「1 リスク管理に関する基本的考え方 (3)」(質問への回答)

- ・先進ボーリング、コアボーリングにおける湧水量の定期的な報告
- ・それを基にした先進坑、本坑における湧水量の推定値の定期的な報告及び承認。その報告頻度、承認頻度。
- ・上記頻度以外に推定値が基準値に近づいた場合には、その対策工法の報告及び承認

## 大石委員からのご質問



## 「1 リスク管理に関する基本的考え方 (3)」(質問への回答)

### ○先進ボーリングで得られるデータによるトンネル湧水量の推定

・先進ボーリングは、大量の湧水を含む破砕帯などの位置等を事前に把握することを目的としています。

- ①先進ボーリングで得られたデータ(湧水量、地山性状)を確認し、その結果、地質が悪い箇所ではコアボーリングなどを実施し、トンネル掘削前に透水係数などの物性値を把握し、これらを用いて先進坑の湧水量の推定を行います。
- ②先進坑で得られたデータ(湧水量、透水係数等)により、本坑の湧水量を推定を行います。



## 「1 水量 (1) 全量の戻し方 イ」(質問への回答)

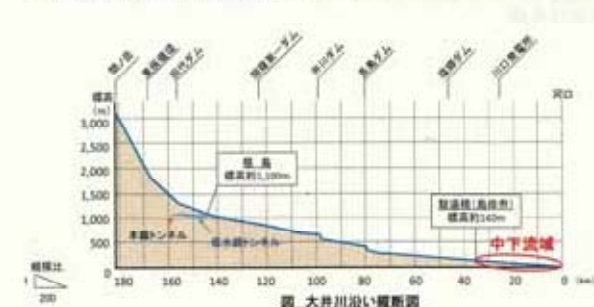
工事中においても山梨・長野県側に流出することは納得できません。まずは、秒あたりの量と合わせてトータルで流出する水量の体積を明らかにして、その対策を立てるべき

- 既にトンネル掘削工事をやっている山梨工区と長野工区の工事が先行して県境を越えて静岡県内を掘削することを計画しております。
- 山梨工区や長野工区についても、薬液注入等の対策を実施しトンネル湧水自体を低減していきます。また、湧水量を計測し、県外へ流出する量も含めて県へ状況を報告していきます。
- 工学的な見地から、煙草断層は下方(山梨県側)から掘削せざるを得ないため、できるだけ早く先進坑を山梨県側とつなぐことを優先し、ポンプ設備等を早期に整備することで、湧水が他県に流出する期間を短くするようにしていきます。
- なお、専門家による「大井川水資源検討委員会」でも議論したところですが、山梨県境から大井川への導水路トンネルは延長が長く、煙草断層と並行することになり、地質・湧水の点で不適切であるなど、現実的でないと考えています。

## 「1 水量 (3) 中下流域の地下水への影響」

(参考)トンネル掘削箇所と中下流域との位置関係

- トンネル掘削箇所と大井川の中下流域とは標高差にして約1,000m以上、水平距離も約130km程度離れています。



## 「1 リスク管理に関する基本的考え方 (3)」(質問への回答)

### ○湧水量の定期的な報告

- ・先進ボーリング、先進坑、本坑の湧水量実績は、定期的に静岡県へ報告します。(週1回を基本とする)
- ・なお、コアボーリングなどの完了後に、湧水量を推定した結果も静岡県へ報告します。

### ○トンネル全体の湧水量の推定値が管理値3m³/秒に近づいた場合

- ・静岡県内のトンネル全体(非常口、先進坑、本坑)の湧水量の管理値3m³/秒は、先進ボーリングをはじめ、トンネル工事全体でのリスク管理を適切に行うことにより、管理値以下にすることが可能と考えています。
- ・湧水量の推定値が管理値に近づいた場合には、追加の対策等を検討するとともに、検討した対策等は静岡県へ報告し、ご意見等をお聞かせします。

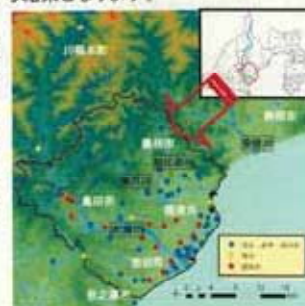
## 「1 水量 (1) 全量の戻し方 イ」(質問への回答)



## 「1 水量 (3) 中下流域の地下水への影響」

### ○地下水への影響に関する文献等について

- ・山岳トンネル掘削時に地下水変動が起こる影響圏の予測手法は、これまでにいくつか提案されていますが、これらの予測手法を用いた影響圏はいずれもトンネルから数キロの範囲内という結果となります。
- ・静岡県環境衛生科学研究所の「大井川流域における地下水の成分・温度分布の特性」(2019年2月、環境レポートNo.60)によると、大井川下流域の地下水の成分や温度分布等を測定・分析した結果、下流域の地下水は、河口付近や左岸平野部では大井川表流水由来である可能性が高く、その他の地域でも、比較的低標高の周辺山地等で涵養されたものと考えられるとされています。



## 「1 水量 (1) 全量の戻し方 ア」に対する当社の回答

(西俣非常口からのトンネル湧水は)東京電力ホールディングスに取水されないように静岡県側に流れる水量として戻すべき

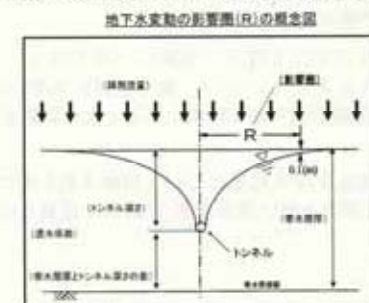
- ・工事中、一時的に西俣非常口から西俣川へ流したトンネル湧水は、大井川と合流し東京電力ホールディングス株式会社が管理する田代ダムにおいて水利権の範囲内で取水されますが、トンネル湧水は河川の流量の減少量よりも多いことから、トンネルがない状況と比べても取水地点より下流での流量が減ることは無いと考えています。



## 「1 水量 (3) 中下流域の地下水への影響」

### ○地下水変動の影響圏(R)について

- ・山岳トンネル掘削時に地下水変動が起こる影響圏の予測手法は、これまでにいくつか提案されていますが、これらの予測手法を用いた影響圏はいずれもトンネルから数キロの範囲内という結果となります。



※西原隆が「山岳トンネル掘削時の地下水変動の概略的予測法と適用性」(土木学会論文No.774)を参考に作成。33

## 「1 水量 (3) 中下流域の地下水への影響」

### ○大井川中下流域地下水に対する対応について

- ・これらの予測等には不確実性があるため、中下流域の地下水位等の変動を把握するために、まずは、静岡県がこれまでに実施している中下流域における地下水調査の結果を参考に、当社がバックグラウンドデータとして整理します。また、トンネル掘削工事中や掘削完了後も当面は、引き続き、静岡県の地下水調査の結果を活用させていただくことなどにより、中下流域における地下水の状況を確認していきます。
- ・これにより、工事による地下水への影響範囲を確認しつつ、地下水位の異常な変動等が見られた場合には、工事との関係性の有無を確認する等、適切に対応していきます。
- ・また、中下流域の水資源利用に影響が出た旨の申告等があった場合にも、まずその状況についてよくお話を伺い、把握しているデータ等もお示して、工事との関係性についてご説明しながら適切に対応していきます。



## 「1 水量 (3) 中下流域の地下水への影響」(質問への回答)

「中下流の地下水位の正常な変動」をあらかじめ定義して、それを超える変動が表れた場合の補償などについても予め明示しておくという部分が欠落しています。

- ・工事による地下水への影響範囲を確認しつつ、地下水位の異常な変動等が見られた場合には、工事との関係性の有無を確認する等、適切に対応していきます。
- ・また、中下流域の水資源利用に影響が出た旨の申告等があった場合にも、まずその状況についてよくお話を伺い、把握しているデータ等もお示しして、工事との関係性についてご説明しながら適切に対応していきます。
- ・地下水位の異常な変動等が見られた時点で、まずは工事との関係性の有無を科学的に調べていくことが必要と考えています。

## 「2 水質 (1) 濁水等処理 エ」(質問への回答)

大井川流域の発生土砂由来の濁水処理の難しさについて、具体的な記述が求められます。大井川における土砂由来の濁水について過去の資料を整理して、具体的な沈砂計画を立てなければ、濁水が流下することになるのは必至です。

- ・計画する発生土置き場においては、一定の高さごとに小段を設けて盛土していきますが、小段毎に排水溝や集水枡を設置するほか、縦排水により雨水を発生土に浸透する前に沈砂池に集め、濁水の発生自体を抑制していきます。
- ・なお、隣接する山梨工区の発生土置き場における、排水路流末部でのモニタリングにおいても、浮遊物質量(SS)等に問題のない結果が得られています。

## 「1 リスク管理に関する基本的考え方 (1)、(2)」(質問への回答)

### ○補助工法(薬液注入)の効果確認

- ・薬液注入などの効果確認は、ルジオン試験(注水試験)により行います。  
(ルジオン試験とは)  
ボーリング孔内をバッカ(透水壁)で区切った試験区間内に一定圧力(1MPa)で注水し、圧力と注水量から透水性を求める試験。  
トンネル工事では、岩盤注入の止水効果を評価するために利用します。
- ・一般に1ルジオンは、透水係数1.3×10<sup>-7</sup>m/秒に相当します。
- ・薬液注入作業の前・中・後でルジオン試験を行い、薬液注入による効果を確認していきます。

## 「2 水質 (1) 濁水等処理 ア」(質問への回答)

ここでもとめられるのは、水温の管理であり、JRが回答している水質汚濁防止法の排水基準を上回り基準を求めているのに、それに回答していません。

## 丸井委員からのご質問

## 「1 リスク管理に関する基本的考え方 (1)、(2)」(質問への回答)

### ○再開の基準等

- ・トンネル掘削を一時中断した後の再開は、薬液注入などの補助工法の効果(ルジオン試験)や先進ボーリングからの湧水量が減少していることを確認しながら、慎重に再開いたします。
- ・再開するにあたっては、先進ボーリングからの湧水量の変化などを静岡県に報告し、状況を確認頂いたうえで進めてまいります。

## 「2 水質 (2) 水温管理」(質問への回答)

### ○トンネル湧水に伴う水温変化への対応

- ・トンネル掘削工事中は、トンネル湧水が少ない工事の初期段階において、湧水の温度をトンネル切羽付近や河川放流前の地点で計測するとともに、工事排水を放流する箇所の複数の下流地点において、河川の水温を確認し、水温の分布状態を把握するなど、その結果を踏まえて、具体的な管理方法を検討していきます。

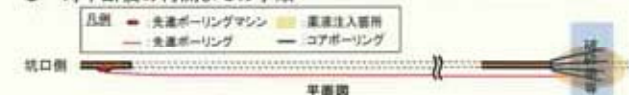


図 トンネル湧水の水温計測地点(イメージ)

## 「1 リスク管理に関する基本的考え方 (1)、(2)」(質問への回答)

先進ボーリングで管理値に達した地点手前でトンネル掘削を一時中断した後の再開基準や安全管理について

### ○一時中断後の再開までの手順



- ①トンネル掘削の一時中断後、コアボーリングにより、破砕帯や割れ目集中帯等の詳細を確認する。
- ②コアボーリング結果に応じ、止水や安全管理を目的に補助工法等の検討を行う。
- ③補助工法等の対策実施後にその効果やボーリング等からの湧水量が減少していることを確認しながら、慎重に再開する。

(参考)コアボーリングの概略(シールドリバーシブル工法)

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



## 「1 リスク管理に関する基本的考え方 (1)、(2)」(質問への回答)

### ○掘削再開時における切羽の安全管理

- 掘削再開時は、以下の点に注意して安全に進めます。
- ・湧水により地山が緩んでいる可能性があるため、補助工法を用いて安全に進めます。
- ・具体的な例として、トンネル天井部の補強を行い、天井部の崩落を防止します。また、トンネルの切羽崩落を防止するため、切羽面の補強を行います。トンネル周辺の湧水を止水するための薬液注入を行います。

### ○薬液注入材における材料品質上の安全管理

- ・使用する薬液注入の材料安全管理は、「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 建設省事務次官通達)に基づき、材料を選定します。
- ・材料は、水ガラス系を主体として使用します。  
水ガラス系は、地下水以下で安定した材料であり、環境に優れた材料です。



# 「1 リスク管理に関する基本的考え方 (1)、(2)」(質問への回答)

トンネル湧水の排水基準は大井川の独自性などを考慮して大井川にあった排水基準を策定すべき。(現状は7.5~8.0)

## ○トンネル湧水の排水基準について

・大井川上流(駿遠橋(島田市)より上流)における環境基準はAA型とされており(※昭和46年5月25日の閣議決定より)、その基準により管理していくことを考えています。

表 水質(pH)の管理基準について

| 項目 | 管理基準       | (参考)排水基準     | (参考)環境基準(AA型) |
|----|------------|--------------|---------------|
| pH | 6.5以上8.5以下 | 5.8以上8.6以下※1 | 6.5以上8.5以下※2  |

※1 「水質汚濁防止法に基づき(排水基準)」昭和46年政令第15号、改正平成28年政令第15号により

※2 「水質汚濁防止法に基づき(環境基準)」環境庁令第39号、昭和46年(12月)の「生活環境の保全に関する環境基準」より

なお、AA型は、環境基準の水域類型のなかで最も厳しい基準のものであり、ヤマメ、イワナ等の貴重水生性水域の水産生物等として指定される水域(最も厳しいもの)とされています。

46

# 「1 リスク管理に関する基本的考え方 (3)」(質問への回答)

- ・先進ボーリングではコアサンプルを取らないのか。
- ・先進ボーリングのどんなデータを使って本坑の排水量を推定するのか。

# 「1 リスク管理に関する基本的考え方 (1)、(2)」(質問への回答)

## ○大井川上流域のpH測定結果について

・大井川上流域のpH測定結果は、7.0~8.7の範囲で確認しています。

・pHは6.5以上8.5以下で管理することで、アルカリ性側には、ほぼ現況河川の変動範囲に匹敵するものと考えています。酸性側について、pH6.5以上で管理する基準は、環境基準の水域類型のなかで最も厳しいもので、ヤマメ、イワナ等の貴重水生性水域の水産生物用として適用される水産1級も満たすものでもあり、許容されるものではないかと考えています。

表 水質(pH)の現地調査結果について

| 調査地点      | 最小値~最大値   | 平均値 |
|-----------|-----------|-----|
| 西保川(西保付近) | 7.1 ~ 8.6 | 7.8 |
| 大井川(末減付近) | 7.0 ~ 8.7 | 7.8 |
| 大井川(碓氷付近) | 7.1 ~ 8.2 | 7.8 |

注) 調査期間: 観測、平成26年度~平成30年度(月1回を基本)

※ 観測数は各地点で47

# 「1 リスク管理に関する基本的考え方 (1)、(2)」(質問への回答)

湧水全量を戻すことについて、大井川の水量や気象条件を考慮した排水計画はできないか。

## ○トンネル湧水の排水計画について

・トンネル湧水は河川流量の減少量よりも約2~3割程度多くなると予測しています。

・静岡県からは、井川ダムと畑産第一ダムは、平常時で満水になることはないといっていますが、大雨時などトンネル湧水の具体的な流し方は静岡県等と調整していきます。

# 「1 リスク管理に関する基本的考え方 (3)」(質問への回答)

## ○先進ボーリングで得られるデータ

・先進ボーリング(FSC100)では、削孔時に以下のデータが得られます。

表 先進ボーリングで得られるデータ

|          | 測定項目     | 記 事                                                  |
|----------|----------|------------------------------------------------------|
| ボーリングマシン | 削孔深度     | 速度の乱れや標準偏差から割れ目発達状況を評価<br>マシン推進力やロッド回転トルクなどから岩の硬さを評価 |
|          | 削孔速度     |                                                      |
|          | ロッド回転トルク |                                                      |
|          | ロッド回転数   |                                                      |
|          | マシン推進力   |                                                      |
| 湧水測定     | 湧水量      |                                                      |

・構成岩種、割れ目発達状況、岩の硬さから岩盤の地山分類を評価

# 「1 リスク管理に関する基本的考え方 (3)」(質問への回答)

## ○先進ボーリングで得られるデータ

- ・先進ボーリングではできる限り早く前方の地質状況を把握し、リスク管理を行います。
  - ・コアの採取は行いませんが、スライム等の観察を行うことにより、構成岩種を判別します。
- (スライム等の観察)
- ・良好な地質であれば、細粒なスライムが確認できます。
  - ・悪い地質であれば、粘土化したスライムや大きい角礫が確認されたりすることがあります。

良い地質でのスライム



悪い地質でのスライム



※平成25年度に西保ヤードから実施したボーリング調査でのスライム写真

# 「1 リスク管理に関する基本的考え方 (3)」(質問への回答)

## ○コアボーリングで得られるデータ

・コアボーリングでは、円柱状の岩石試料が採取でき、透水係数など地質等のより詳細な確認が可能です。



写真: 岩石試料の例

# 「1 リスク管理に関する基本的考え方 (3)」(質問への回答)

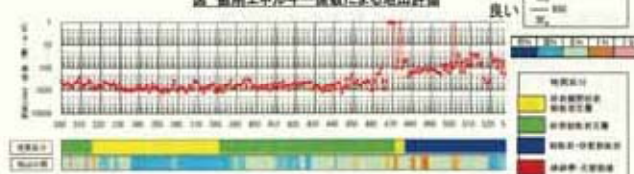
## ○先進ボーリングで得られるデータ

・取得した掘削機械データを用いて、掘削エネルギー係数を算出し、トンネル前方地山の良し悪しを評価する指標として使用します。

・削孔岩盤の単位体積あたりに消費するエネルギー(ビットの回転、ビットの推進)により地山を評価します。

・一定の力でビットを岩盤に押し付けて削孔すれば、破砕質な岩盤ほど削孔速度が速くなり、消費エネルギーは少なくなります。

図 掘削エネルギー係数による地山評価



52

# 「1 リスク管理に関する基本的考え方 (3)」(質問への回答)

## ○コアボーリングの概要

凡例

- 先進ボーリングマシン
- 先進ボーリング
- 追加のボーリング



・破砕帯や割れ目集中帯等の存在が確認される場合、岩石試料(コア)の採取可能なボーリングを行います。

・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。



図: コアボーリングの例(シールドリバース工法)

53

48

51

54

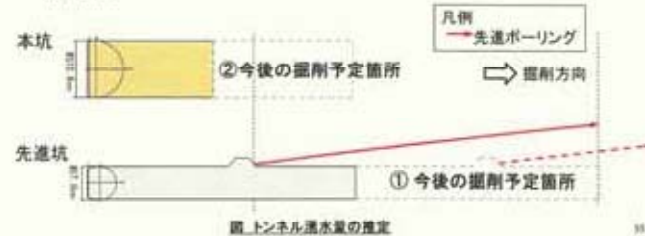


## 「1 リスク管理に関する基本的考え方(3)」(質問への回答)

### ○先進ボーリングで得られるデータによるトンネル湧水量の推定

・先進ボーリングは、大量の湧水を含む破砕帯などの位置等を事前に把握することを目的としています。

- ・①先進ボーリングで得られたデータ(湧水量、地山性状)を確認し、その結果、地質が悪い箇所ではコアボーリングなどを実施し、トンネル掘削前に透水係数などの物性値を把握し、これらを用いて先進坑の湧水量の推定を行います。
- ・②先進坑で得られたデータ(湧水量、透水係数等)により、本坑の湧水量を推定を行います。



## 「2 管理手法(2)」(質問への回答)

### リスク項目の選定やリスク対策の設計はいつできるのか

リスクマトリクスについて、リスクの項目、影響項目を事前に整理し、チェックした項目については調査結果にもとづいてウエイト付けを行い可視化する必要があります。

- ・丸井委員からご提案いただいたリスクマップやリスクマトリクスについて、丸井委員とご相談しながら作成し、できる限り早くお示しすることを考えています。

### バックグラウンドデータを早急に示すべき

- ・バックグラウンドデータは、現在、整理しています。提示方法等について、ご相談させて頂いたうえで、お示しさせて頂くことを考えています。

## 「1 水量(1)全量の戻し方」に対する当社の回答

(西俣非常口からのトンネル湧水は)東京電力ホールディングスに取水されないように静岡県側に流れる水量として戻すべき

- ・工事中、一時的に西俣非常口から西俣川へ流したトンネル湧水は、大井川と合流し東京電力ホールディングス株式会社が管理する田代ダムにおいて水利権の範囲内で取水されますが、トンネル湧水は河川の流量の減少量よりも多いことから、トンネルがない状況と比べても取水地点より下流での流量が減ることは無いと考えています。



## 「1 リスク管理に関する基本的考え方(3)」(質問への回答)

### ・グラウトなどの補助工法の効果をどのように評価するのか

- ・薬液注入などの効果確認は、ルジオン試験(注水試験)により行います。  
(ルジオン試験とは)  
ボーリング孔内をパッカ(遮水壁)で区切った試験区間に一定圧力(1MPa)で注水し、圧力と注水量から透水性を求める試験。  
トンネル工事では、岩盤注入の止水効果を評価するために利用します。

- ・一般に1ルジオンは、透水係数 $1.3 \times 10^{-7} \text{m/s}$ に相当します。

- ・薬液注入作業の前・中・後でルジオン試験を行い、薬液注入による効果を確認していきます。

## 「2 管理手法(1)~(3)」

### ○リスクマップ

表 リスクマップイメージ(例:破砕帯等での突発的な湧水の発生)

| リスク要因      | 想定される現象                 | 調査方法                                                                                                                                                                           | 対策方法 |
|------------|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 地すべりの発生    | 上・中・下流域の地下水位の計測         | ○先進ボーリング実施<br>・先進ボーリングによる破砕帯等箇所の事前把握<br>・コアボーリング等の実施による補助工法等の検討<br>・先進ボーリング湧水量の管理値設定によるリスク管理<br>○トンネル掘削<br>・薬液注入等の実施(管理値を超えた場合には、当該地点直前でトンネル掘削を一時中断)                           |      |
| 湧水の流量減少・増大 | 湧水のモニタリング、水位の計測、流量の自動監視 | ○先進ボーリング実施<br>・先進ボーリング湧水量の管理値設定によるリスク管理(管理値を超えた場合には、直ちにボーリングを停止するうえ、重点的に確認)<br>○トンネル掘削<br>・沢の流量、動植物のモニタリングの実施<br>・薬液注入等の実施(管理値を超えた場合には、当該地点直前でトンネル掘削を一時中断)                     |      |
| 沢の動植物の減少   | 沢の動植物のモニタリング            | ○トンネル掘削<br>・事前の代替措置の検討・実施<br>○先進ボーリング実施<br>・先進ボーリング湧水量の管理値設定によるリスク管理(管理値を超えた場合には、直ちにボーリングを停止するうえ、重点的に確認)<br>○トンネル掘削<br>・薬液注入等の実施(管理値を超えた場合には、当該地点直前でトンネル掘削を一時中断)<br>・植物の移植等の実施 |      |

## 「1 水量(1)全量の戻し方」(質問への回答)



(参考)

- 導水路トンネルの位置について  
・専門家による「大井川水資源検討委員会」において、導水路トンネル出口は、過去に他社の事業で造成され、改変されている権限とし、大井川との交差を避けて右岸側ルートを選定。

- ・ポンプアップを付加し、トンネル湧水全量を大井川に流すことにより、多くの方が水資源を利用する中下流域への影響が可能な限り生じないように配慮。

- 山梨県境から大井川に水を流す場合

- ・山梨県境は標高が低いため、勾配を利用した自然流下で大井川へ水を流すためには、導水路トンネル出口は畑産第一ダム貯水池付近となる(延長約20km、現案の約2倍)

- ・また、山梨県境から大井川に水を流す場合、ルートが畑産第一ダムと並行することになり、地質・湧水の点で、専門家から不適切とされた。

## 「1 リスク管理に関する基本的考え方(4)」(質問への回答)

### 大井川の水量を増加させることへの懸念や対策

- ・トンネル湧水は河川流量の減少量よりも最大で約2~3割程度多くなると予測しています。

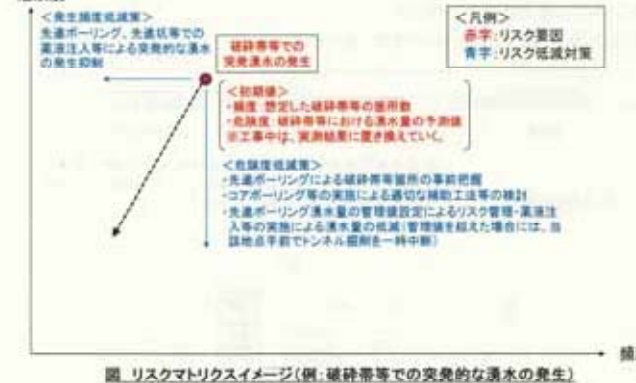
- ・静岡県からは、井川ダムと畑産第一ダムは、平常時で満水になることはないと聞いていますが、大雨時などトンネル湧水の具体的な流し方は静岡県等と調整していきます。



## 「2 管理手法(1)~(3)」

### ○リスクマトリクス

危険度



## 「1 水量(1)全量の戻し方」(質問への回答)

- ・山梨区や長野区での成功事例、具体的な解析や実データの数などを示してほしい。

- ・山梨区や長野区においても、先進ボーリングで得られたデータにより前方の地質を把握しながら、先進坑、本坑の順に掘削を進めてまいります。

- ・山梨区においては、斜坑、先進坑に続いて本坑掘削も進めており、早川斜坑では、糸魚川静岡構造線を越えて、既に掘削が完了しております。これまでに掘削が起因するものとみられる周辺の河川や井戸・湧水等の流量等の減少は確認されておりません。









### 「3 発生土対策（1）発生土置き場の設計」

#### ○シミュレーションの考え方（1）

資料（第4-3-（1）ア）-1  
（H28.3.28資料）

- ・ 上千枚沢の深層崩壊に起因する土石流について、数値シミュレーションを実施して、下流側での影響について発生土置き場（燕沢）が有る場合と無い場合を比較する
- ・ シミュレーションにあたっては、「（一財）砂防・地すべり技術センター」からの技術指導を受けて実施した

73

### 「3 発生土対策（1）発生土置き場の設計」

#### ○シミュレーションの考え方（2）

資料（第4-3-（1）ア）-2  
（H28.3.28資料）

- ・ 深層崩壊に起因して発生する主な土砂移動現象は発生箇所直下で崩壊土砂が停止する現象もあるが、崩壊土砂がそのまま土石流となる現象を対象とし、同時に大雨などによって河川等の流量が増大する場合を想定する
- ・ 深層崩壊に起因する土石流は、実際には複数波に分かれて流下する可能性が考えられるが、最も被害が大きくなると想定される、崩壊土砂の全てが1波の土石流となる現象を対象とする
- ・ 土石流が下流域に及ぼす影響について評価するために、発生土置き場が有る場合と無い場合の計算結果を榎島ロッヂ付近で比較する

74

### 「3 発生土対策（1）発生土置き場の設計」

#### ○シミュレーションの主な入力数値

資料（第4-3-（1）ア）-4  
（H28.3.28資料）



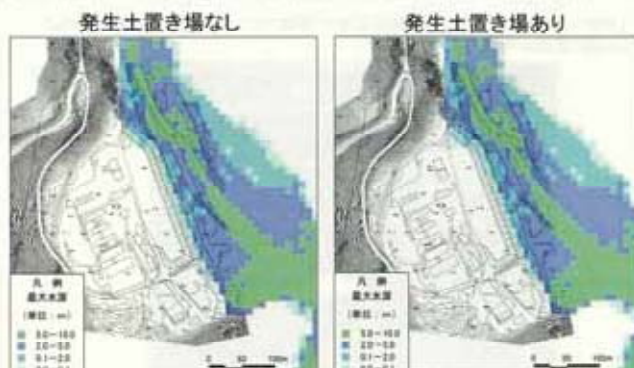
|                      |       |
|----------------------|-------|
| 深層崩壊の崩壊土砂量<br>(m³)   |       |
| 上千枚沢                 | 約85万  |
| 土石流の流量(最大)<br>(m³/s) |       |
| 上千枚沢                 | 8,449 |
| 河川等の流量<br>(m³/s)     |       |
| 大井川                  | 671   |
| 千石沢                  | 57    |
| 車屋沢                  | 57    |
| 上千枚沢                 | 119   |
| 下千枚沢                 | 61    |
| 燕沢                   | 23    |
| 上大沢                  | 10    |

75

### 「3 発生土対策（1）発生土置き場の設計」

#### ○シミュレーション結果（最大水深の比較（榎島ロッヂ付近））

資料（第4-3-（1）ア）-3  
（H28.3.28資料）





## 「1 水量 (1) 全量の戻し方 イ」(質問への回答)

先進ボーリングで何がわかり、先進坑により何が明らかになるのか。得られる事実とそこから解釈できることを列記して具体的に説明してください。

## 「1 リスク管理に関する基本的考え方 (3)」(質問への回答)

### ○先進ボーリングで得られるデータ

- ・先進ボーリングではできる限り早く前方の地質状況を把握し、リスク管理を行います。
  - ・コアの採取は行いませんが、スライム等の観察を行うことにより、構成岩種を判別します。
- (スライム等の観察)
- ・良好な地質であれば、細粒なスライムが確認できます。
  - ・悪い地質であれば、粘土化したスライムや大きい角礫が確認されたりすることがあります。



※平成25年度に西保ヤードから実施したボーリング調査でのスライム写真

## 「1 リスク管理に関する基本的考え方 (3)」(質問への回答)

### ○先進ボーリングで得られるデータ

・先進ボーリング(FSC100)では、削孔時に以下のデータが得られます。

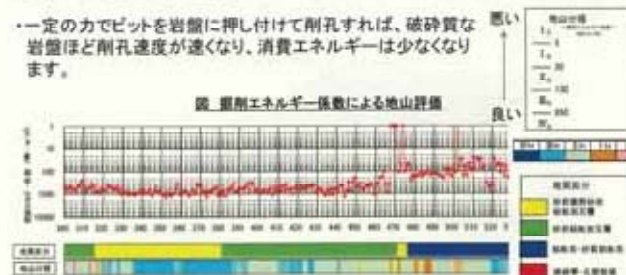
| 表 先進ボーリングで得られるデータ |          |                                                        |
|-------------------|----------|--------------------------------------------------------|
|                   | 測定項目     | 記 事                                                    |
| ボーリングマシン          | 削孔深度     |                                                        |
|                   | 削孔速度     |                                                        |
|                   | ロッド回転トルク | ・速度の乱れや標準偏差から割れ目発達状況を確認<br>・マシン推進力やロッド回転トルクなどから岩の硬さを評価 |
|                   | ロッド回転数   |                                                        |
| 湧水測定              | マシン推進力   |                                                        |
|                   | 湧水量      |                                                        |

・構成岩種、割れ目発達状況、岩の硬さから岩盤の地山分類を評価

## 「1 リスク管理に関する基本的考え方 (3)」(質問への回答)

### ○先進ボーリングで得られるデータ

- ・取得した掘削機械データを用いて、掘削エネルギー係数を算出し、トンネル前方地山の良し悪しを評価する指標として使用します。
- ・削孔岩盤の単位体積あたりに消費するエネルギー(ビットの回転、ビットの推進)により地山を評価します。



## 「1 リスク管理に関する基本的考え方 (3)」(質問への回答)

### ○コアボーリングの概要

- 凡例
- ・先進ボーリングマシン
  - ・先進ボーリング
  - ・追加のボーリング
- 平面図
- 坑口側
- マ切羽
- 破砕帯や割れ目集中帯等の存在が確認される場合、岩石試料(コア)の採取可能なボーリングを行います。
- ・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。



図 コアボーリングの例(シールドパース工法)

## 「1 リスク管理に関する基本的考え方 (3)」(質問への回答)

### ○コアボーリングで得られるデータ

- ・コアボーリングでは、円柱状の岩石試料が採取でき、透水係数など地質等のより詳細な確認が可能です。



写真 岩石試料の例

## 「1 リスク管理に関する基本的考え方 (3)」(質問への回答)

### ○先進ボーリングで得られるデータによるトンネル湧水量の推定

- ・先進ボーリングは、大量の湧水を含む破砕帯などの位置等を事前に把握することを目的としています。
- ・①先進ボーリングで得られたデータ(湧水量、地山性状)を確認し、その結果、地質が悪い箇所ではコアボーリングなどを実施し、トンネル掘削前に透水係数などの物性値を把握し、これらを用いて先進坑の湧水量の推定を行います。
- ・②先進坑で得られたデータ(湧水量、透水係数等)により、本坑の湧水量を推定を行います。

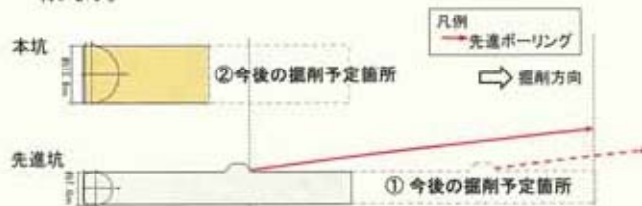


図 トンネル湧水量の推定

## 「1 リスク管理に関する基本的考え方 (3)」(質問への回答)

### ○湧水量の定期的な報告

- ・先進ボーリング、先進坑、本坑の湧水量実績は、定期的に静岡県へ報告します。(週1回を基本とする)
- ・なお、コアボーリングなどの完了後に、湧水量を推定した結果も静岡県へ報告します。

### ○トンネル全体の湧水量の推定値が管理値3m³/秒に近づいた場合

- ・静岡県内のトンネル全体(非常口、先進坑、本坑)の湧水量の管理値3m³/秒は、先進ボーリングをはじめ、トンネル工事全体でのリスク管理を適切に行うことにより、管理値以下にすることが可能と考えています。
- ・湧水量の推定値が管理値に近づいた場合には、追加の対策等を検討するとともに、検討した対策等は静岡県へ報告し、ご意見等をお聞かせします。

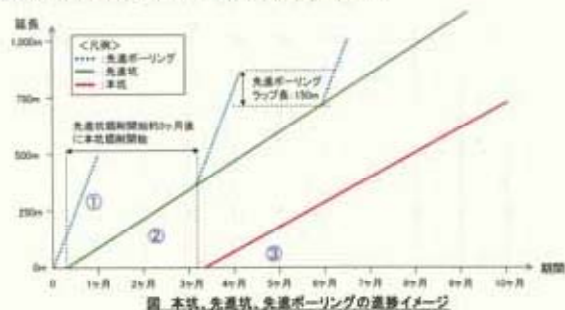
## 「1 水量 (2) 突発湧水対応 ア」(質問への回答)

ある地点における高速ノンコアボーリング、先進坑、本坑掘削の工程表の例を別表資料として添付してください。



「1 水量 (2)突発湧水対応 ア」(質問への回答)

○本坑、先進坑、先進ボーリングの進捗イメージ



「1 水量 (2)突発湧水対応 ア」(質問への回答)

「西俣非常ロヤード付近での鉛直ボーリングの実施」について、どのタイミング(全工程の中での位置付け)で行うことができますか。

・西俣非常ロヤード付近での鉛直ボーリングについては、実施に向けて現在調整中です。

「6 今後の方向性 (2)」(質問への回答)

まずは工事着手という姿勢は順序が違うであろう。まずは基本協定の締結が先決で、それが無い工事着手はあってはならない

基本協定の締結について明確に書かれていません。また、安全・安心が確認される前に工事着手することは中間意見書では想定していないため、この締めくり記述だと信頼関係の前提が崩れてしまいます。

- ・当社が実施することとした内容については文書で確認する用意があります。
- ・詳細は、静岡県と調整させていただきます。

