

「静岡県中央新幹線環境保全連絡会議」 へのご説明

平成31年3月13日(水)

東海旅客鉄道株式会社

1

本日のご説明内容

今回、静岡県からの依頼を受け、本会議でご説明させて頂くこととなりました。

1. 基本認識
2. 当社としてのリスクの対処方針
3. 部会における議論の進め方

2

1. 基本認識
2. 当社としてのリスクの対処方針
3. 部会における議論の進め方

3

1. 基本認識

○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。

4

1. 基本認識
2. 当社としてのリスクの対処方針
3. 部会における議論の進め方

5

2. 当社としてのリスクの対処方針

○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、上記の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。

6

リスク管理方針が適切であるとする理由

○リスク管理方針が適切であるとする理由

- ・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、最も確実かつ的確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、その先の変動を予見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。

7

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コントロールボーリング(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

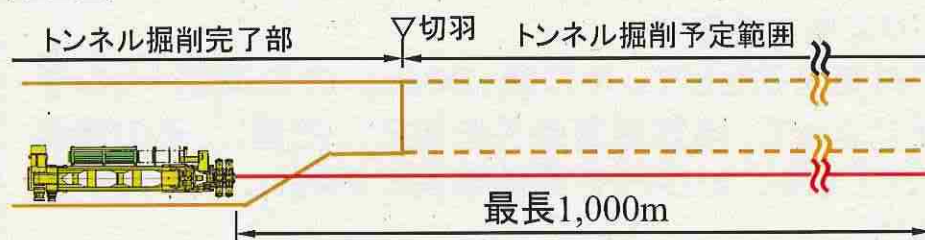


写真 施工状況

シフト図

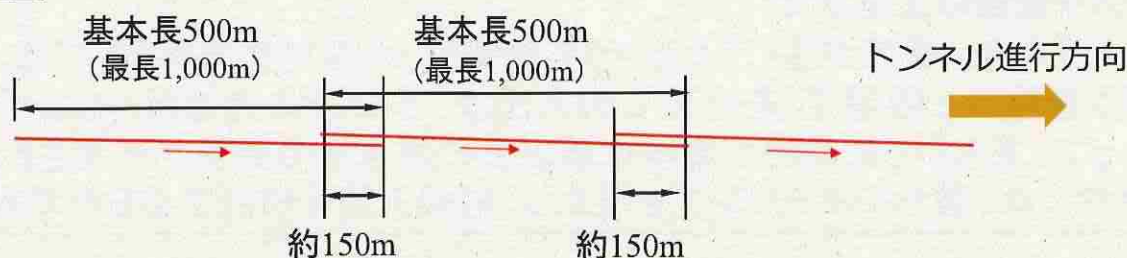


図 先進ボーリングの概要図

※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。

8

先進ボーリングによる事前確認

○コントロールボーリング(FSC100)の特徴

コントロールボーリング(FSC100)は、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ボーリング先端位置の把握や掘進方向のコントロールが可能であるなどの特徴があります。

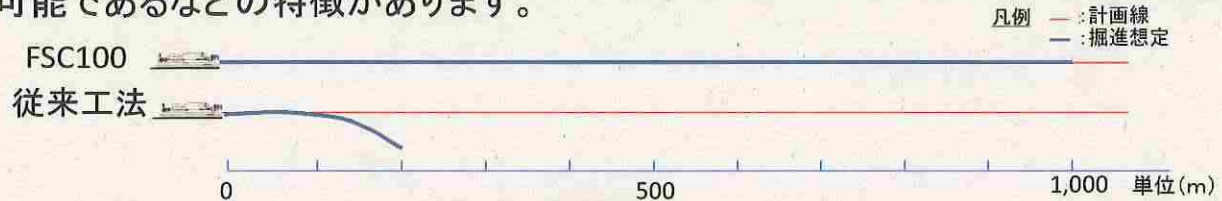


図 縦断図(イメージ)

項目	コントロールボーリング (FSC100)		従来の工法 (ワイライン工法等)	
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	○

※掘削土(スライム)や機械の削孔エネルギーなどから地質情報の把握が可能 9

先進ボーリングによる事前確認

○先進ボーリングによる湧水量の管理方法

凡例

● : 先進ボーリングマシン
— : 先進ボーリング



- ・ 先進ボーリング孔からの湧水量は先進ボーリングの口元で計測します。



写真 先進ボーリング孔

先進ボーリングによる事前確認

○先進ボーリングの湧水量の管理

- ・先進ボーリングは、掘削延長10mあたりの湧水量で管理します。

口元湧水量 (L/s)

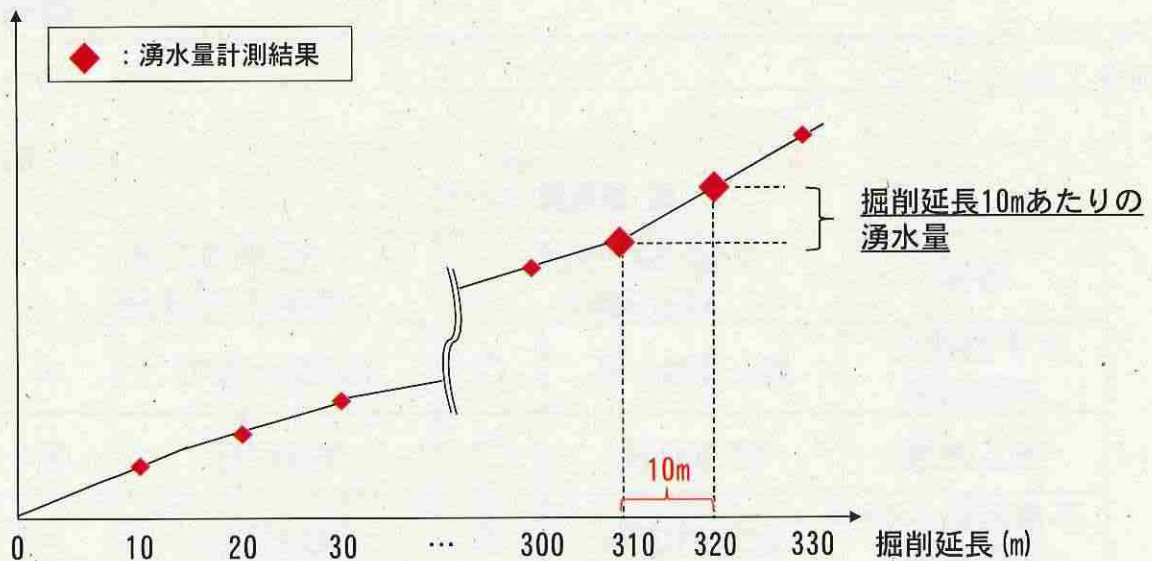


図 先進ボーリングの湧水量の管理(イメージ)

11

リスク発生の回避方法

○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。

12

リスク管理の上限設定(非常口、先進坑、本坑)

○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 $3\text{m}^3/\text{秒}$ 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※1とされています。
- ・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 $2.67\text{m}^3/\text{秒}$ 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 $4.01\text{m}^3/\text{秒}$ となりますが、過去最大級のトンネル湧水量の実績※2なども考慮して $3\text{m}^3/\text{秒}$ 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 $3.5\text{m}^3/\text{秒}$ 、安房トンネル 約 $3.0\text{m}^3/\text{秒}$

13

リスク管理の上限設定(非常口、先進坑、本坑)

○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 $50\text{L}/\text{秒}$ 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($\text{m}^3/\text{秒} \cdot \text{m}$)、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

$$1.0 \times 10^{-5} \text{m}/\text{sec}$$

《結果》

10mあたり $Q = q \times 10 = 86\text{L}/\text{秒}$ (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 $50\text{L}/\text{秒}$ としました。

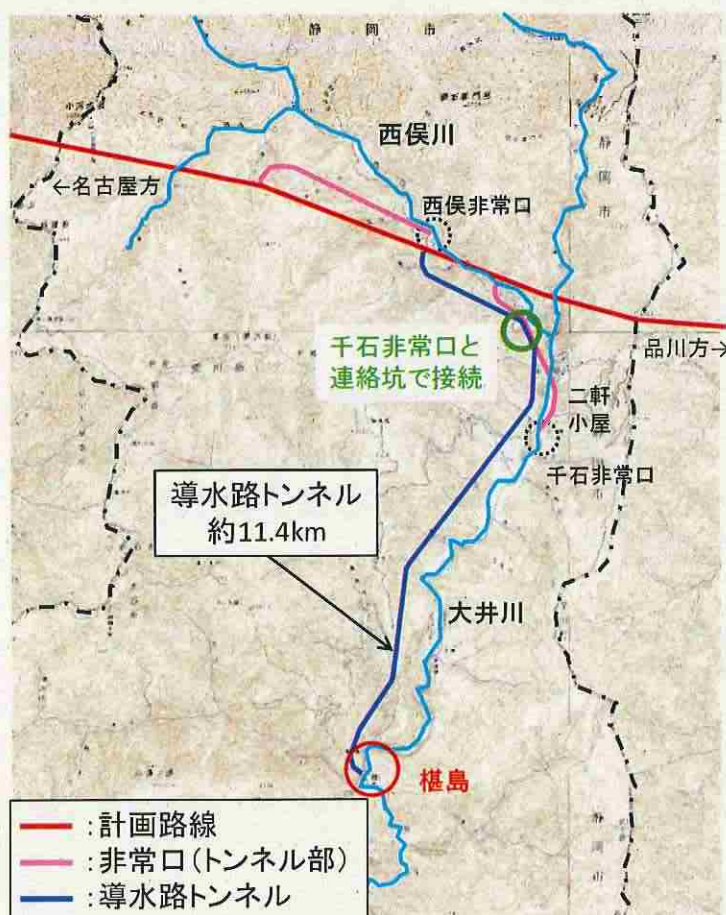
《参考》

$50\text{L}/\text{秒}$ は $0.05\text{m}^3/\text{秒}$ 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 $0.3\text{m}^3/\text{秒}$ 、飛騨トンネル 約 $0.2\text{m}^3/\text{秒}$ 、塩嶺トンネル 約 $0.7\text{m}^3/\text{秒}$ 、大清水トンネル 約 $0.3\text{m}^3/\text{秒}$
丹那トンネル 約 $2.2\text{m}^3/\text{秒}$ 、安房トンネル 約 $1.7\text{m}^3/\text{秒}$

14

導水路トンネルについて



- ・導水路トンネルは、大井川右岸において計画路線取付位置付近を除いて、土被りを500m以下としてルートを選定を行っています。
- ・平成29～30年に導水路トンネル沿いで地表踏査、弾性波探査などの地質調査を行いました。
- ・当該ルートの岩種に対しては、TBMによる施工実績があり、TBMによる施工が可能と考えられます。
- ・榎島から千石非常口との連絡坑までは、できる限り小断面の掘削断面積約10m²のTBMにより施工します。

〔TBM工法について〕

- ・先端に取付けたカッターヘッドを回転させて岩盤を掘削する工法です。
- ・NATM等の爆薬による発破方式と比較して高速施工でトンネルを掘削することが可能な工法です。



写真 TBMの例

15

リスク管理の上限設定(導水路トンネル)

○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、導水路トンネルの湧水量の上限を**1.00m³/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※と言われています。
- ・導水路トンネル全体の竣工時湧水量は0.74m³/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1.11m³/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 m³/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)

リスク管理の上限設定(導水路トンネル)

○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)

○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(0.125m)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
 $1.0 \times 10^{-5} \text{m/sec}$

《結果》

10mあたり $Q = q \times 10 = 32 \text{L/秒}$ (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0.03m³/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。

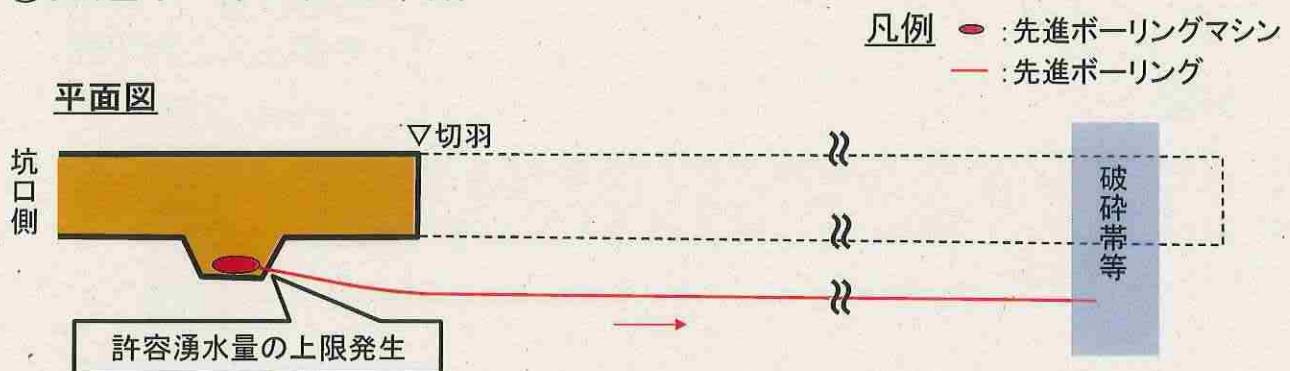
(例) 福岡トンネル 約0.3m³/秒、飛騨トンネル 約0.2m³/秒、塩嶺トンネル 約0.7m³/秒、大清水トンネル 約0.3m³/秒
丹那トンネル 約2.2m³/秒、安房トンネル 約1.7m³/秒

17

リスク発生回避方法

○許容湧水量の上限以上の湧水量の発生の恐れがある場合

①先進ボーリングの中断



- ・直ちにボーリングを停止します
- ・破碎帯等に対する地盤注入などの補助工法の検討、想定される湧水量に必要なポンプや処理設備の準備、周辺の沢等で重点的に実施する流量計測の地点や頻度の検討など、トンネル掘削前に入念な準備を行います。

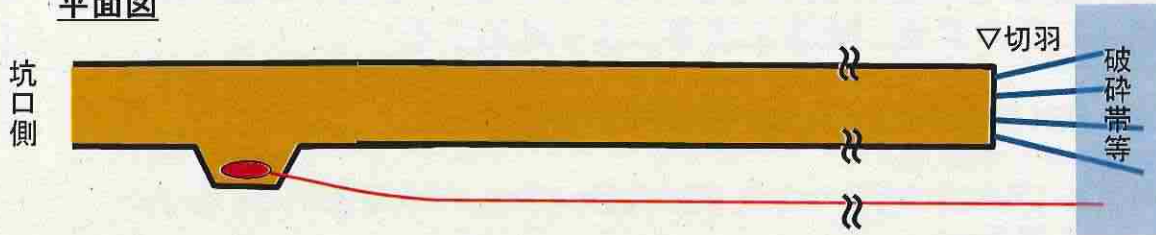
18

リスク発生回避方法

②コアボーリングなどの実施

凡例
 ● : 先進ボーリングマシン
 — : 先進ボーリング
 — : コアボーリング

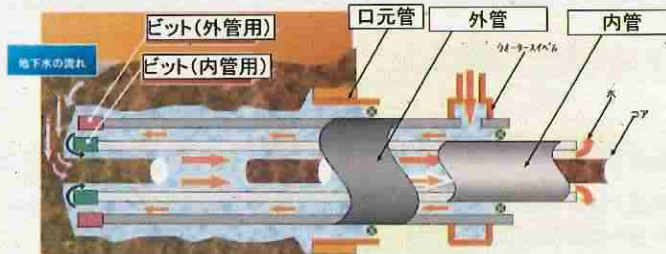
平面図



- ・破碎帯等の手前でトンネル掘削を一時中断します。
- ・コアボーリングなどを実施し、破碎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。



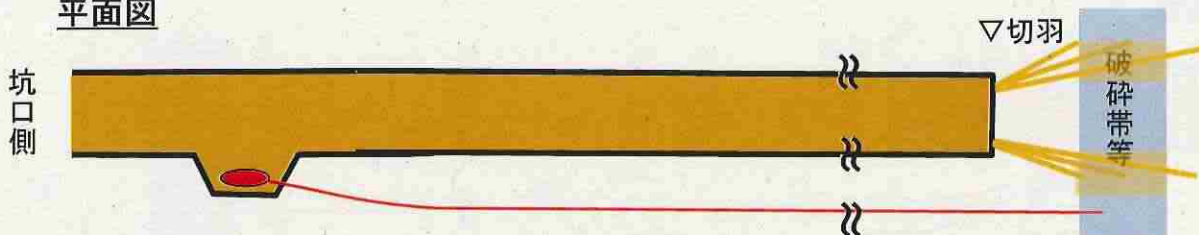
19

リスク発生回避方法

③地盤注入などの補助工法の実施

凡例
 ● : 先進ボーリングマシン
 — : 先進ボーリング
 — : 地盤注入管
 ■ : 地盤注入必要範囲

平面図



- ・破碎帯等へ地盤注入などの補助工法を実施することで、その後のトンネル掘削により短期間の急激な湧水の増加や急激な自然環境の変化が起きないように制御します。



写真 地盤注入の例

20

リスク発生の回避方法

④動植物に対する必要な環境保全措置

- ・先進ボーリングで許容湧水量の上限以上の湧水量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、その間に対処方法を検討、実施して、トンネル掘削による急激な湧水量の増加や急激な自然環境の変化が起きない様に制御します。
- ・減水の傾向が認められる場合には静岡県へ説明するとともに、重要な動物、植物について、その影響の程度や範囲に応じてモニタリングを実施します。
- ・動植物のモニタリングの結果、重要な種への影響が生じる可能性がある場合、必要により専門家の助言を頂きながら、移植等の環境保全措置を講じていきます。

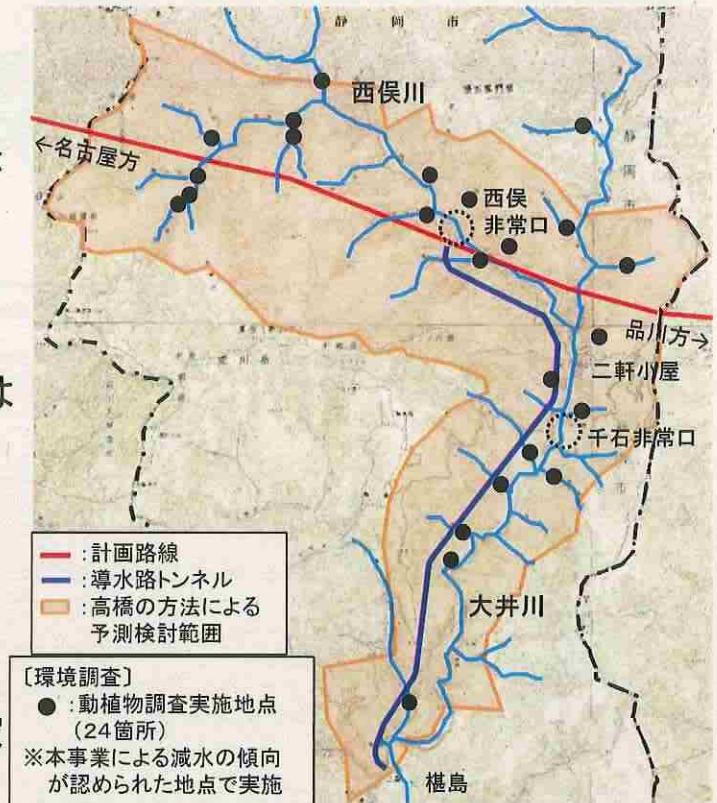


図 沢等の動植物モニタリング地点

21

リスク発生の回避方法(導水路トンネル)

①先進ボーリングの実施

- ・事前の弾性波探査などで破砕帯等と想定される箇所はボーリングを行い、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。

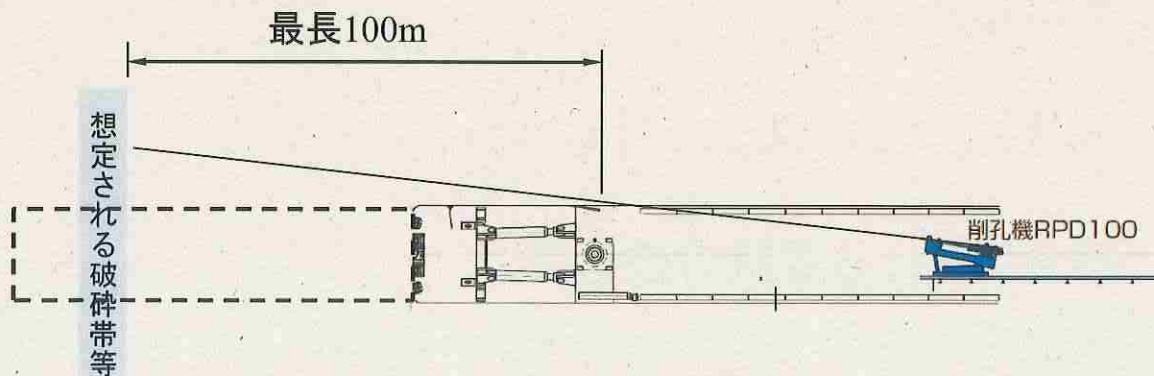


図 先進ボーリングの概要図(導水路トンネル)

22

リスク発生の回避方法(導水路トンネル)

②地盤注入などの補助工法の実施

- ・地盤注入などの補助工法を実施することにより、短期間での急激な湧水の増加や急激な自然環境の変化が起きないように制御します。

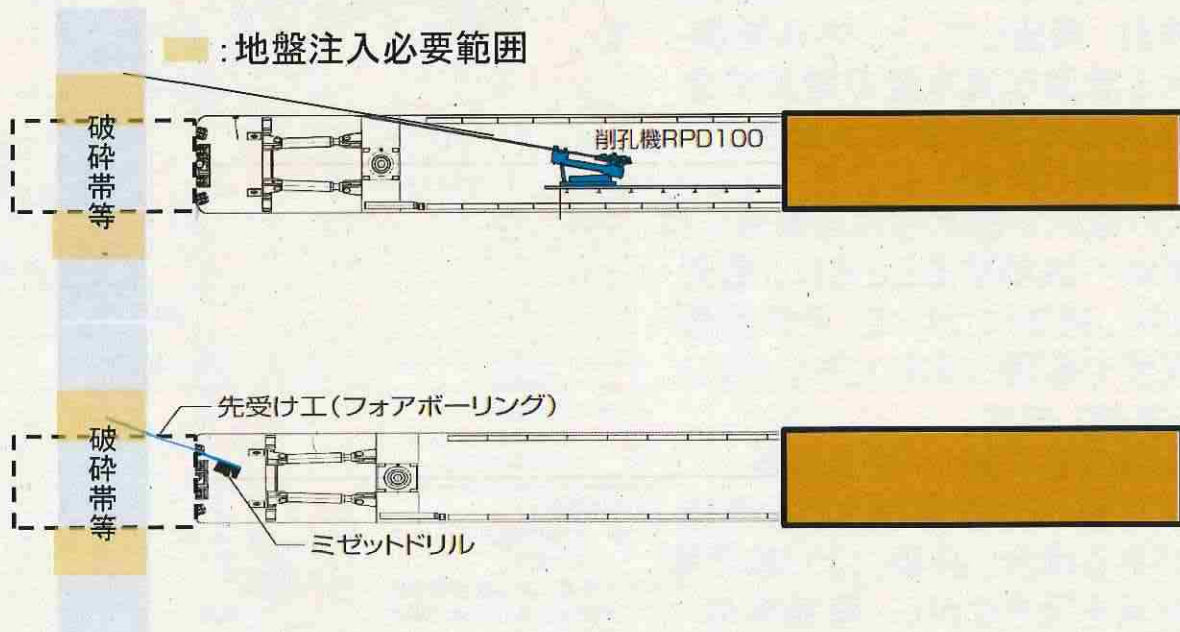


図 地盤注入の例

23

本日のご説明内容

1. 基本認識
2. 当社としてのリスクの対処方針
3. 部会における議論の進め方

3. 部会における議論の進め方

- ・以上の当社のリスク管理方針をご理解の上、両部会においてはトンネル工事における湧水量の上限や先進ボーリング孔からの湧水量の管理値を設定するという前提に基づき、トンネル湧水による環境影響への対処方針について個別事項の対話に進んでいただきたいと思います。
- ・なお、トンネル湧水の状況については、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。

25

おわりに

- ・昨年10月に工事に伴うトンネル湧水の全量は大井川へ流すことを表明しました。
- ・本日は、トンネル湧水量に関するリスクへの対処方針を説明しました。今後も様々なご質問に誠実に対応し、利水者の皆様のご懸念の解消に努めてまいります。
- ・南アルプストンネル工事はもともと余裕のない工程であり、準備工事に続いて間断なく本体工事に着手することが必要です。
- ・今後は、個別項目の議論が続く場合であっても、これと並行して本体工事を速やかに開始できるようお取り計らいいただきたいと思います。

26