

「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)

令和2年1月24日(金)

東海旅客鉄道株式会社

1

目 次

I 地質構造・水資源専門部会編

- 1 リスク管理に関する基本的考え方(1)(2)(3)(4)(5)
- 2 管理手法(1)(2)
- 3 全量の戻し方(1)(2)(3)(4)(5)
- 4 突発湧水対応(1)(2)(3)(4)(5)(6)(7)(8)
- 5 中下流域の地下水への影響
- 6 発生土置き場の設計(1)(2)
- 7 土壌流出対策
- 8 監視体制の構築(1)(2)(3)(4)
- 9 その他(資料作成について)

II 生物多様性専門部会編

- 1 生物多様性の保存に関わる基本的考え方(1)(2)(3)(4)(5)(6)(7)(8)
- 2 減水量の計測(1)(2)(3)
- 3 減水に伴う生態系への影響(1)(2)
- 4 濁水等処理(1)(2)
- 5 水温管理
- 6 発生土対策
- 7 代償措置

※ 太字:今回送付の見解(47項目中37項目)

2

- 1 リスク管理に関する基本的考え方(1)～(5)
- 2 管理手法(1)(2)
- 3 全量の戻し方(1)～(5)
- 4 突発湧水対応(1)～(8)
- 5 中下流域の地下水への影響
- 6 発生土置き場の設計(1)(2)
- 7 土壌流出対策
- 8 監視体制の構築(1)～(4)

「1 リスク管理に関する基本的考え方」

事項の内容

(1)リスク管理の上限値である先進ボーリング湧水量50 ℓ/10m・秒、トンネル湧水量3m³/秒は暫定的に決めた数値である。環境影響が大きい場合は、今後、見直しの可能性が残っていると認識いただきたい。

「1 リスク管理に関する基本的考え方（1）」（見解）

○先進ボーリング孔の湧水量の管理値

- ・先進ボーリング孔の湧水量の管理値は、実際のトンネル掘削段階で湧水量を計測し、河川環境を監視していく中で、この管理値の見直しが必要な場合には、柔軟に対応していきます。
- ・管理値10mあたり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、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、周辺の沢等の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。

○トンネル全体（非常口、先進坑、本坑）湧水量の上限値

- ・トンネル全体（非常口、先進坑、本坑）湧水量の上限値3m³/秒について、今後、見直しの可能性が残っていることは認識しています。

5

「1 リスク管理に関する基本的考え方」

事項の内容

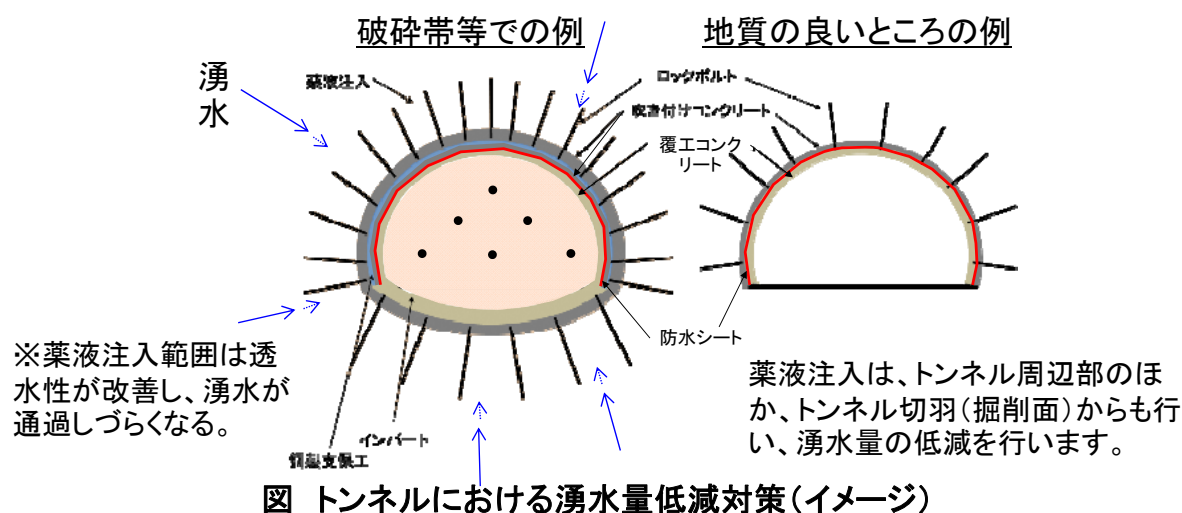
- (2)トンネル掘削時の側面からの湧水量軽減対策である薬液注入等の対策のほかに、切羽面からの湧水対策についての説明
- (3)被圧水に対する、防水シートや覆工等の湧水量低減対策の有効性

6

「1 リスク管理に関する基本的考え方 (2)、(3)」(見解)

○トンネル掘削時の湧水量低減対策(1)

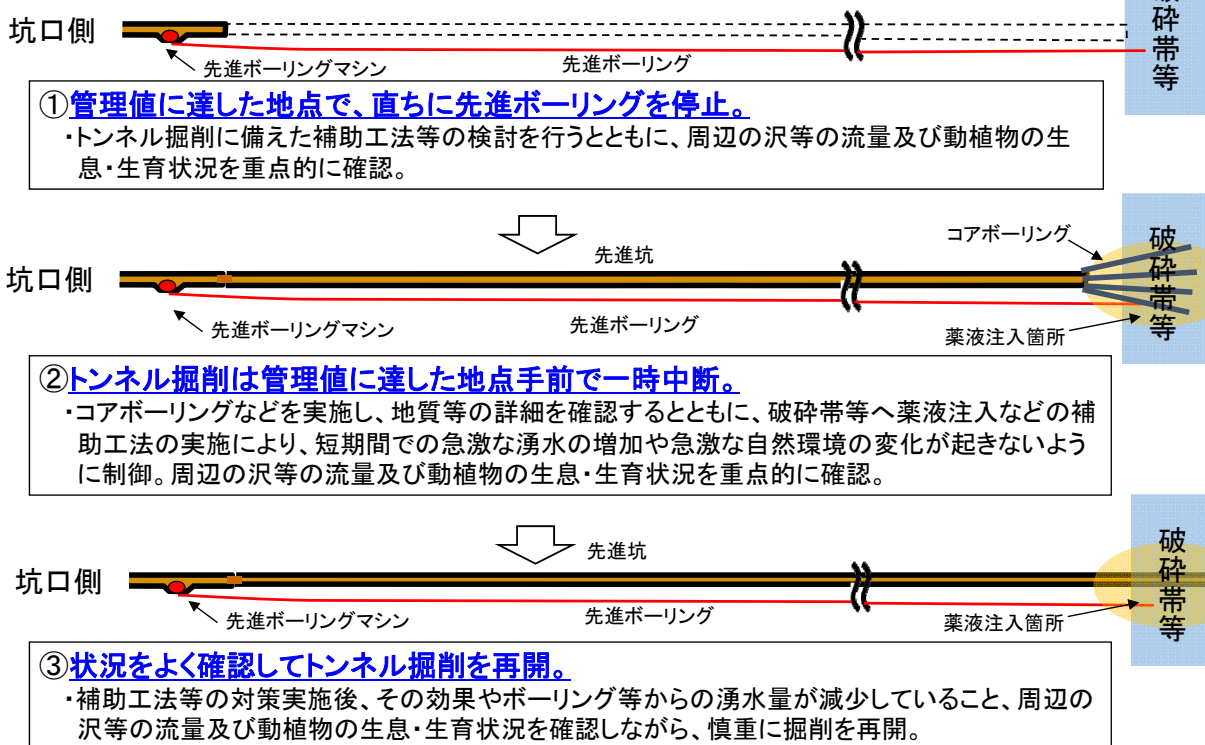
- ・トンネル掘削においては、吹き付けコンクリート、防水シート、覆工コンクリートを施工し、湧水量を低減していきます。
- ・なお、先進ボーリングにより、破碎帯等の箇所については、当該箇所の手前でトンネル掘削を一時中断のうえ、トンネルの切羽(掘削面)やトンネルの上側や横側より、薬液注入などの補助工法を実施し、補助工法の効果や先進ボーリングからの湧水量が減少していること等を確認しながら、トンネル掘削を慎重に再開します。



7

「1 リスク管理に関する基本的考え方 (2)、(3)」(見解)

(参考) 先進ボーリング湧水量を用いたリスク管理



本坑は、先進坑における補助工法の効果を踏まえて掘削

8

「1 リスク管理に関する基本的考え方 (2)、(3)」(見解)

○トンネル掘削時の湧水量低減対策(2)

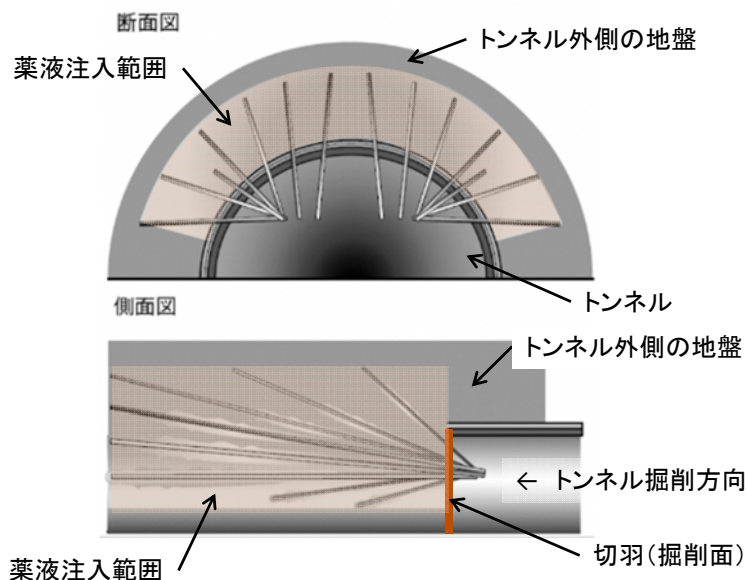


図 薬液注入の施工イメージ



写真 薬液注入工の施工例

※ライト工業㈱、「トンネル工事の補助工法」
(平成25年4月)より抜粋

- ・湧水量低減対策の薬液注入工は、トンネルの切羽(掘削面)やトンネルの上側や横側より、トンネルの掘削方向に施工します。
- ・岩盤の割れ目等に薬液を注入することにより、湧水を低減します。

9

「1 リスク管理に関する基本的考え方 (2)、(3)」(見解)

○トンネル掘削時の湧水量低減対策(3)

吹付コンクリートの施工例



防水シートの施工例



覆工コンクリートの施工例



- ・トンネルには、吹付コンクリート、防水シート、覆工コンクリートを施工することにより、湧水量の低減を行います。
- ・掘削後、切羽面(掘削面)、トンネルの上側や横側に露出している岩盤面に、速やかに厚さ50~200mmの吹付コンクリートを施工することで、岩盤の割れ目等から出てくる湧水を早期に抑え、湧水の流出対策を行います。
- ・防水シートは、厚さ0.8mm以上のビニールシートを設置します。
- ・覆工コンクリートは、厚さ300mm以上のコンクリートを設置します。
- ・防水シート、覆工コンクリートを、吹付コンクリートを施工した岩盤に押し付けることにより、岩盤面が露出している場合に比べ、湧水量を低減します。

10

「1 リスク管理に関する基本的考え方」

事項の内容

(4)トンネル湧水量の管理曲線グラフについて、わかりやすく文章を用いた説明がまず必要。その上で、管理曲線による管理の妥当性を確認

11

「1 リスク管理に関する基本的考え方（4）」(見解)

○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。
- ・先進坑で得られたデータ(湧水量、透水係数等)により、本坑の湧水量の推定を行います。

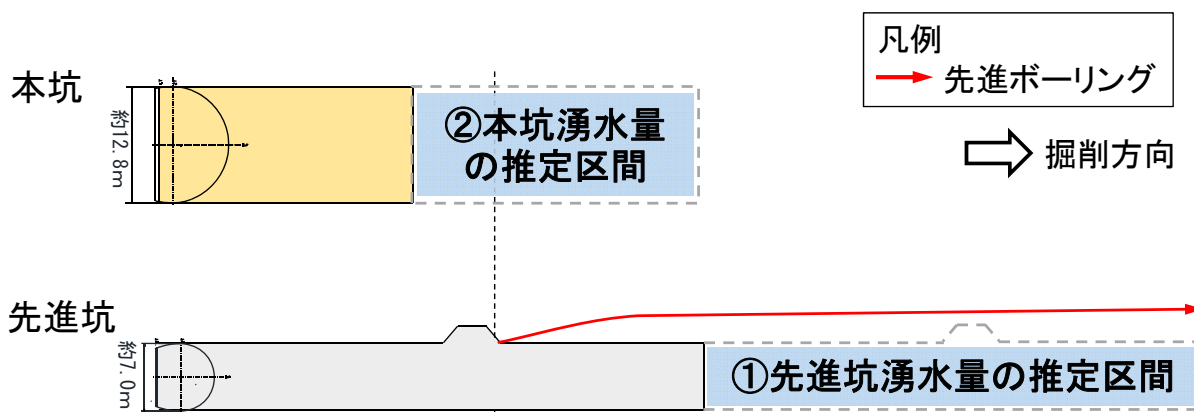
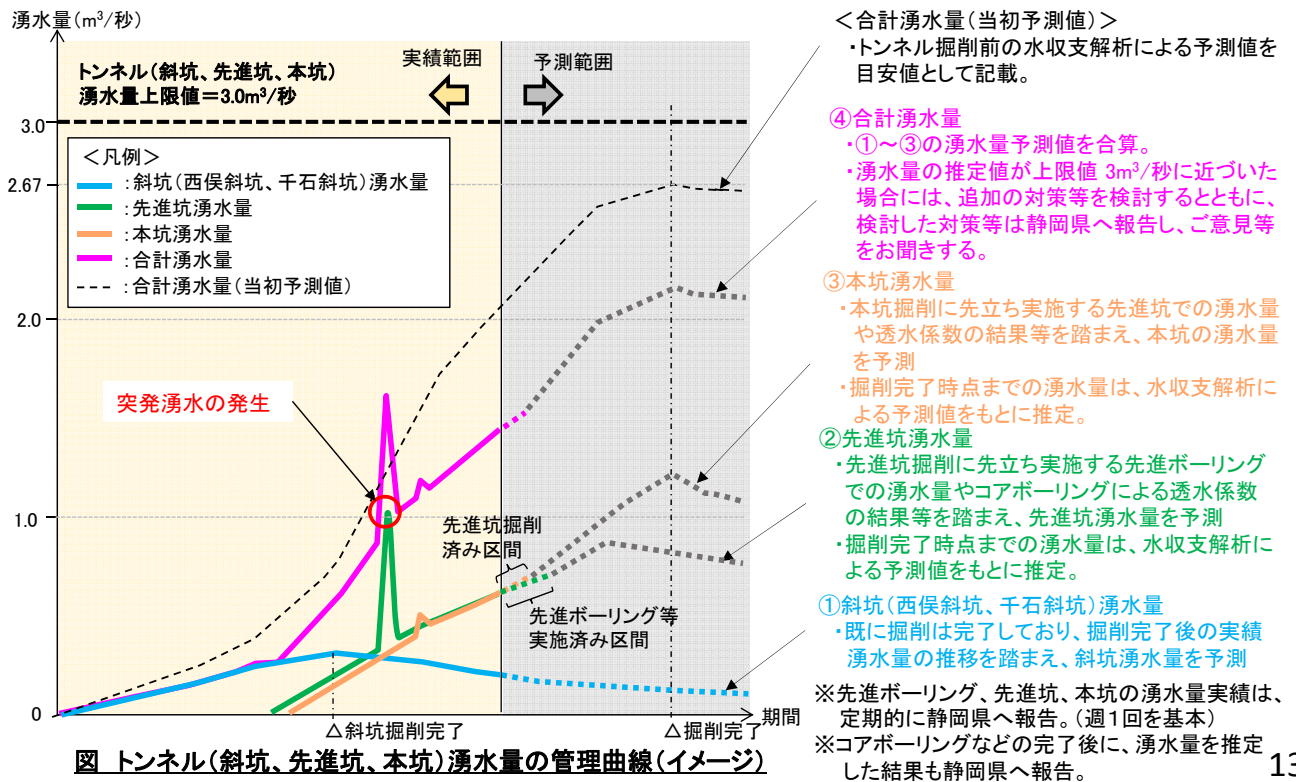


図 トンネル湧水量の推定

12

「1 リスク管理に関する基本的考え方 (4)」(見解)

・トンネル(斜坑、先進坑、本坑)湧水量の上限値(3m³/秒)に対して、各時点において湧水量総量が下回っていること、掘削完了までの湧水量総量の予測値が上限値を下回っていることを管理曲線を用いて確認していきます。



13

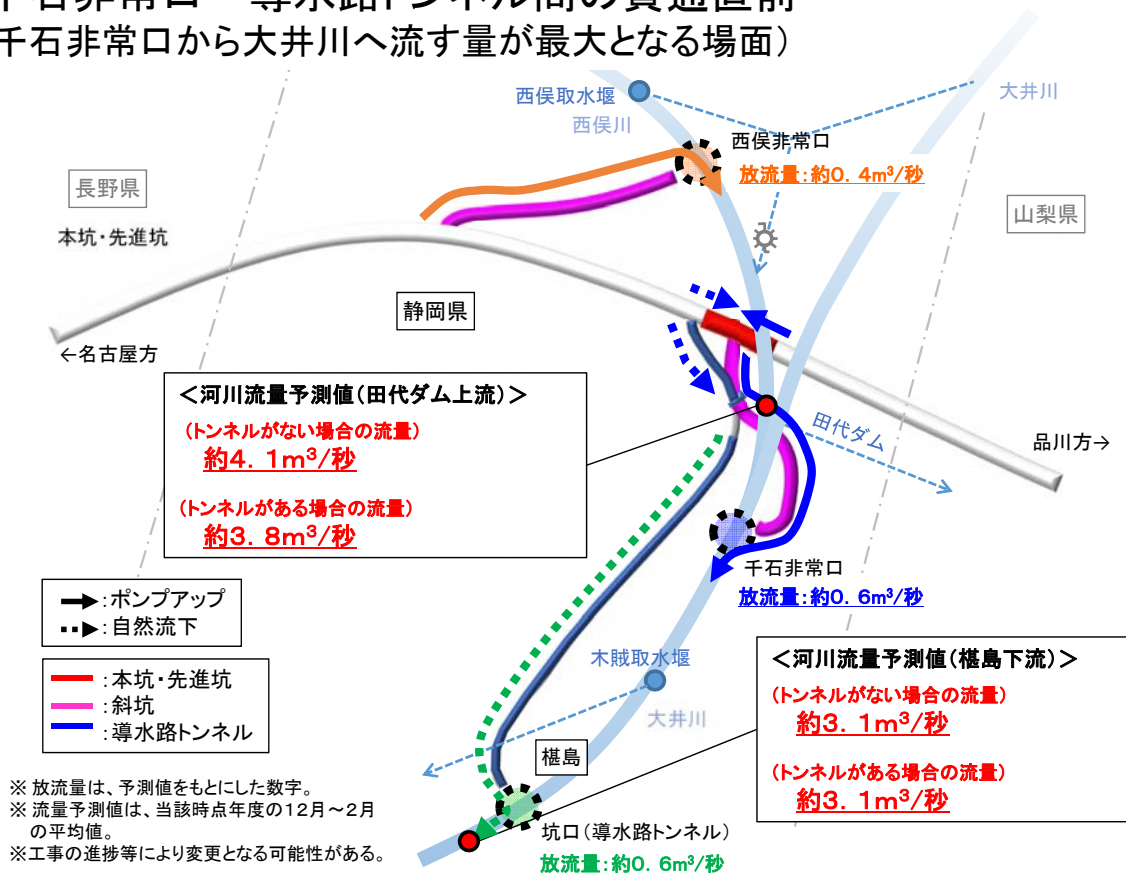
「1 リスク管理に関する基本的考え方」

事項の内容

(5)トンネル湧水の大井川水系への戻し方及びポンプアップ方法について、工事の工程も示しながら、図とともにわかりやすく文章を用いた説明がまず必要。その上で、戻し方の妥当性を確認

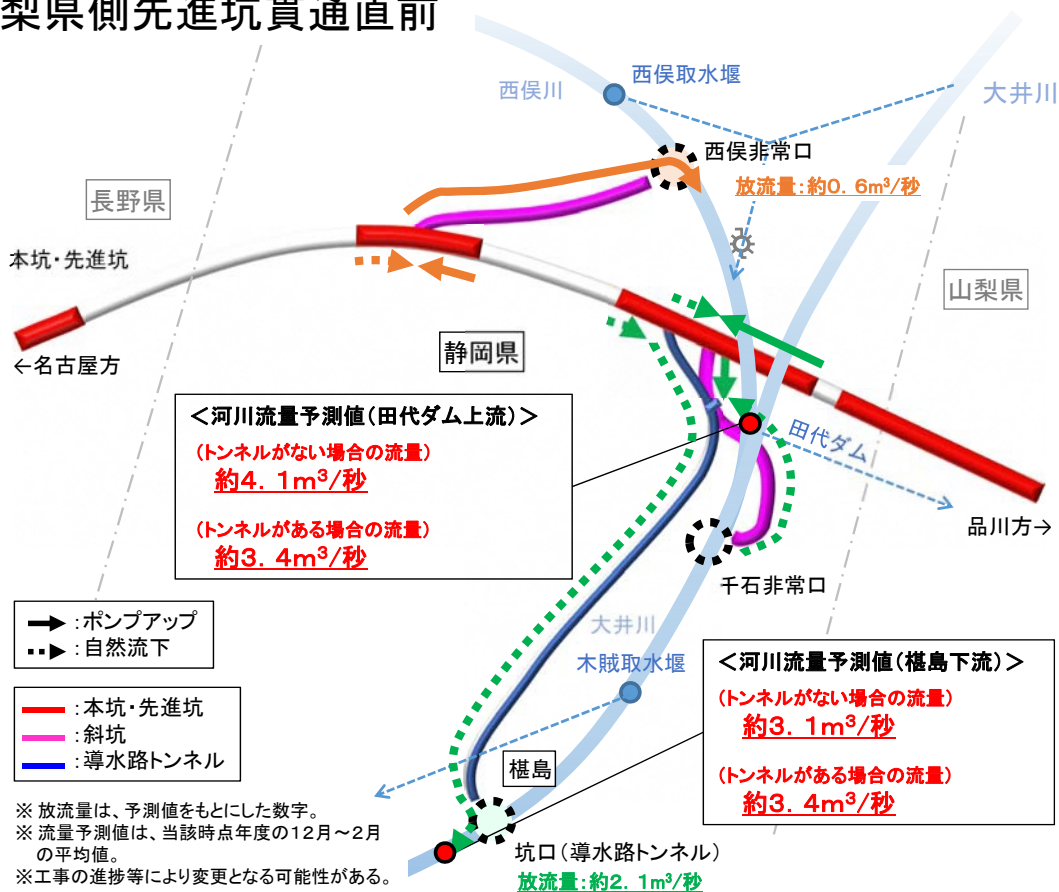
「1 リスク管理に関する基本的考え方 (5)」(見解)

1. 千石非常口～導水路トンネル間の貫通直前 (千石非常口から大井川へ流す量が最大となる場面)



「1 リスク管理に関する基本的考え方 (5)」(見解)

2. 山梨県側先進坑貫通直前



「1 リスク管理に関する基本的考え方 (5)」(見解)

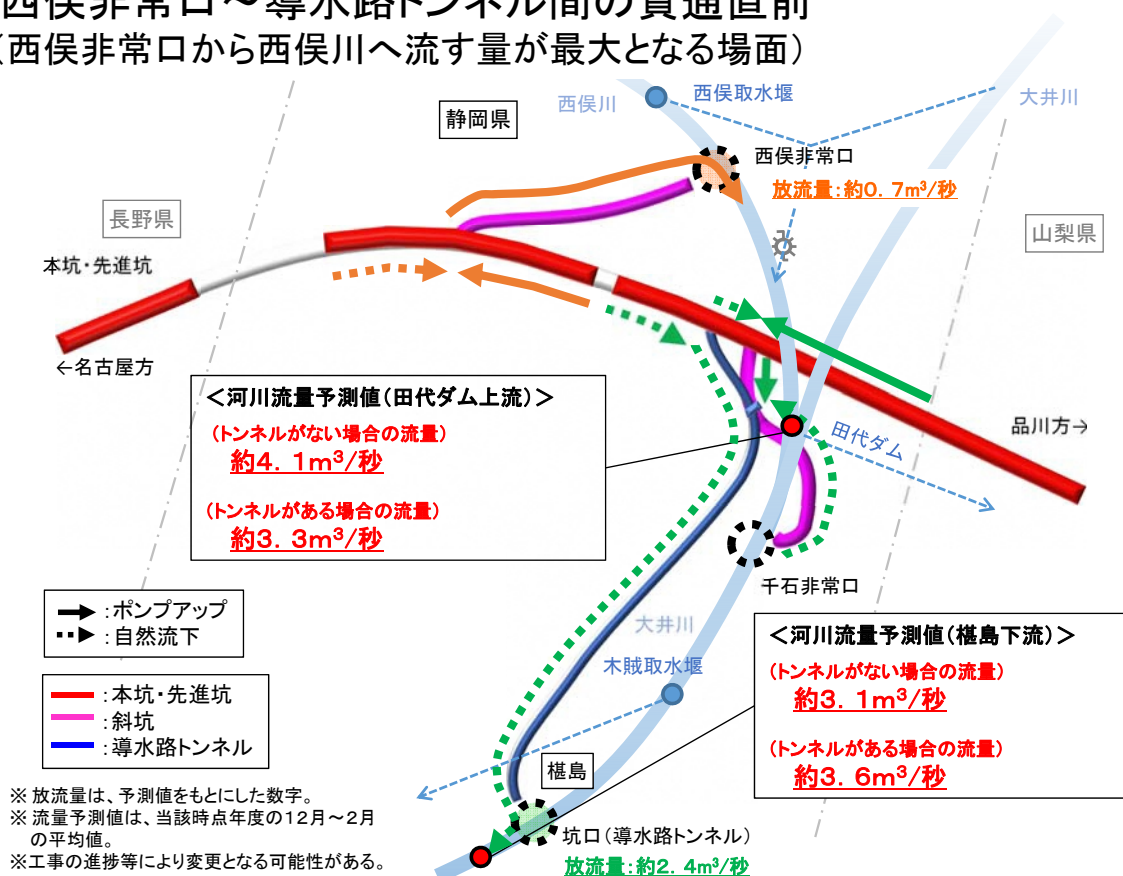
2. 山梨県側先進坑貫通直前(前頁の図の説明)

- ・田代ダム上流地点における流量について、トンネルがない状態では約 $4.1\text{m}^3/\text{秒}$ と予測しています。トンネルがある状態では、流量が約 $1.3\text{m}^3/\text{秒}$ 減少して約 $2.8\text{m}^3/\text{秒}$ となりますが、西俣非常口から湧水を約 $0.6\text{m}^3/\text{秒}$ 流すので、約 $3.4\text{m}^3/\text{秒}$ となります。
- ・榎島の導水路トンネル坑口より下流地点における流量について、トンネルがない状態では約 $3.1\text{m}^3/\text{秒}$ と予測しています。トンネルがある状態においては、導水路トンネル坑口より上流地点では、流量が約 $1.8\text{m}^3/\text{秒}$ 減少して約 $1.3\text{m}^3/\text{秒}$ となりますが、同坑口の下流地点では、導水路トンネルからの放流量約 $2.1\text{m}^3/\text{秒}$ を足し合わせ、約 $3.4\text{m}^3/\text{秒}$ となります。

17

「1 リスク管理に関する基本的考え方 (5)」(見解)

3. 西俣非常口～導水路トンネル間の貫通直前 (西俣非常口から西俣川へ流す量が最大となる場面)

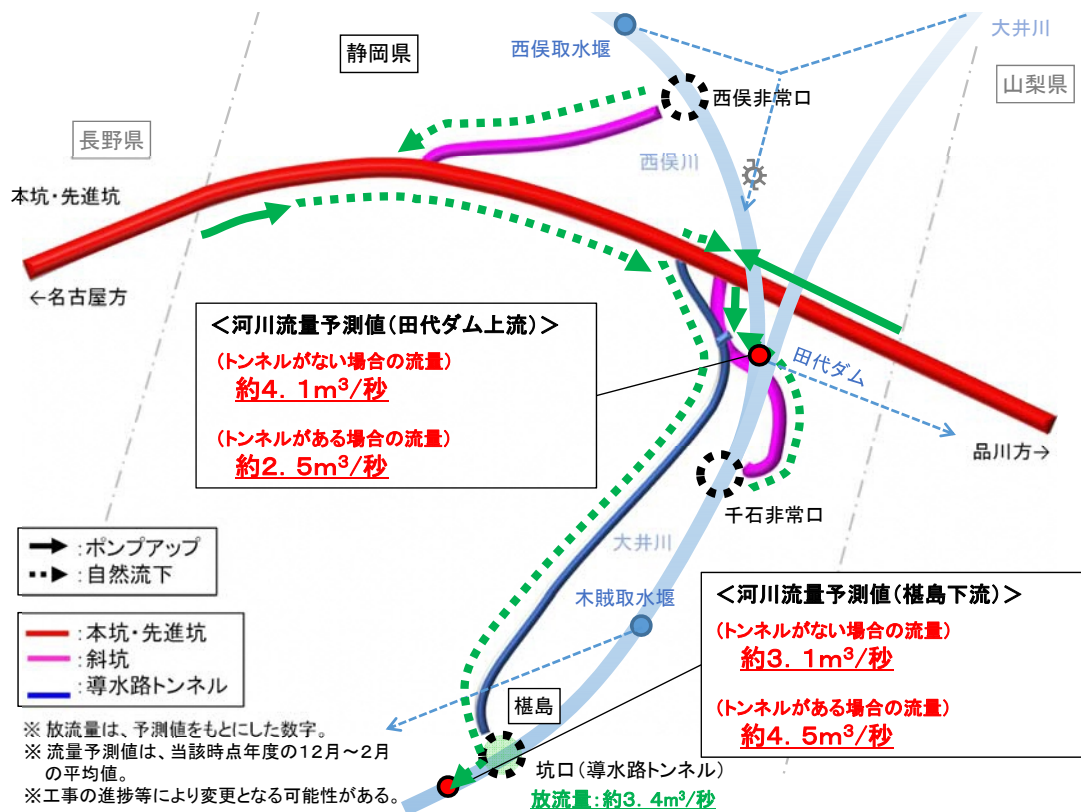


18

「1 リスク管理に関する基本的考え方 (5)」(見解)

4. トンネル掘削完了時点

(樫島の導水路トンネル坑口から大井川へ流す量が最大となる場面)



19

「1 リスク管理に関する基本的考え方 (5)」(見解)

4. トンネル掘削完了時点

(樫島の導水路トンネル坑口から大井川へ流す量が最大となる場面)

(前頁の図の説明)

- ・田代ダム上流地点における流量について、トンネルがない状態では約4.1m³/秒と予測しています。トンネルがある状態では、流量が約1.6m³/秒減少して約2.5m³/秒となります。
- ・樫島の導水路トンネル坑口より下流地点における流量について、トンネルがない状態での約3.1m³/秒と予測しています。トンネルがある状態においては、導水路トンネル坑口より上流地点では、流量が約2.0m³/秒減少して約1.1m³/秒となりますが、同坑口の下流地点では、導水路トンネルからの放流量約3.4m³/秒を足し合わせ、約4.5m³/秒となります。

20

「1 リスク管理に関する基本的考え方 (5)」(見解)

5. トンネル掘削完了後恒常時



21

「1 リスク管理に関する基本的考え方 (5)」(見解)

○トンネル湧水の流し方、河川流量の予測結果(まとめ)

- ・工事中、導水路トンネルが使用できるまでは、トンネル湧水は、西俣非常口からは西俣川へ、千石非常口からは大井川へ流し、導水路トンネルの使用が可能になった段階より、同トンネルへの接続が可能になった範囲のトンネル湧水は、導水路トンネルを通じて大井川へ流します。
- ・工事完了後は、静岡県内に湧出するトンネル湧水の全量を導水路トンネルに集約し大井川に流します。
- ・これらの流し方により、工事中の全期間及び工事完了後において、水収支解析によれば、トンネルがある場合の河川流量は、トンネルがない場合の河川流量に比べて、榎島下流地点では増加するという予測結果となります。
- ・なお、トンネル湧水は、岩盤中の地下水も湧出するため、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、井川ダムと畑薙第一ダムは、平常時で満水になることはない聞いていますが、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。

22

「1 リスク管理に関する基本的考え方 (5)」(見解)

○大井川中下流域の水資源利用への影響について(1)

- ・静岡県からは、「上流域と中下流域の地下水は繋がっていて、中下流域で湧出するはずの地下水を、榎島付近の坑口(導水路トンネル)から大井川へ流しているだけであるため、中下流域の水資源利用に影響を及ぼすことはないと言い切れないのではないか」とのご意見を頂いています。
- ・既往の文献によると、大井川下流域近傍の地下水は大井川表流水由来である可能性が高いと考えられる、とされており、上流域の地下深くの地下水がそのまま地下を流れて下流域の地下水を涵養しているという内容は見当たりません。

23

「1 リスク管理に関する基本的考え方 (5)」(見解)

○大井川中下流域の水資源利用への影響について(2)

- ・また、地下水を専門とする公的機関、専門家に依頼し、公開情報を使って、大井川上流域から河口にいたる範囲の地質モデル(下図)を作成しました。公的機関、専門家からは、

「当該地は付加体と呼ばれる地質構造であり、鉛直方向の連続性が卓越していることから、上流域の帯水層が中下流域まで伸張していることは考えづらく、地下水の連続性は保持されないと考えられる。」

「しかしながら、上流域の地下水は地表などに湧出して下流域を涵養している可能性があるため、同位体組成などを確認して上流域の地下水の寄与を評価すべきである。」

との評価を頂いています。

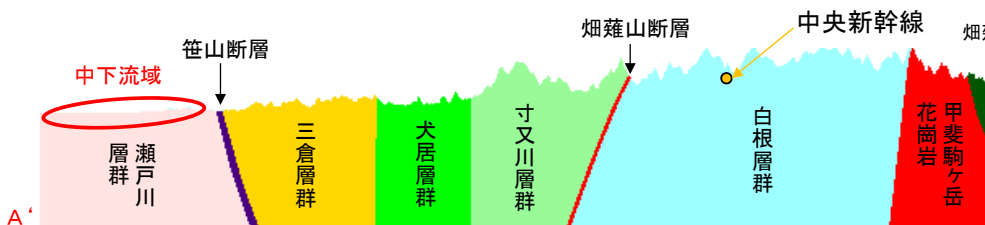


図 大井川地質モデル切断面図

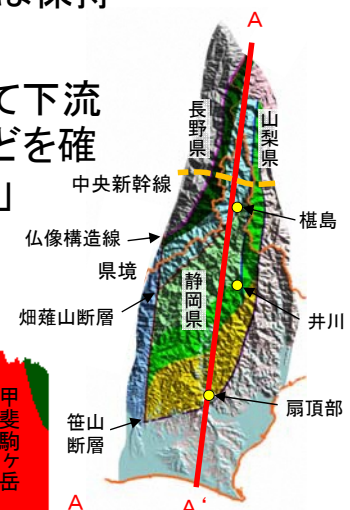


図 切断面位置 24

「1 リスク管理に関する基本的考え方 (5)」(見解)

○大井川中下流域の水資源利用への影響について(3)

・したがって、鉛直方向の地層の連続性が卓越しており、上流域の地下水は、上流域の断層により表層へ湧出することはあっても、中下流域にまで、直接地下水として連続して流動しているとは考えにくいといえます。

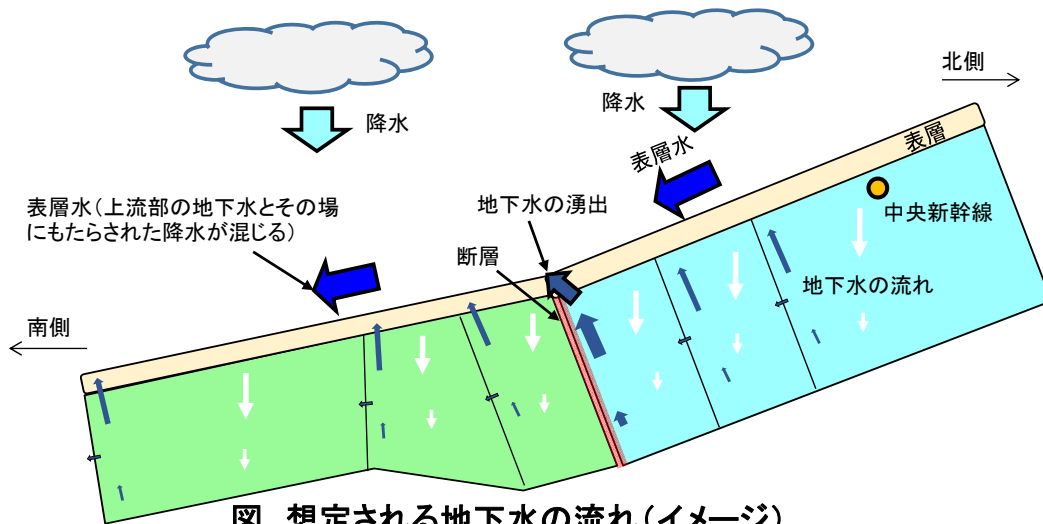


図 想定される地下水の流れ(イメージ)

・今後、さらに大井川全域の地下水の成分分析(酸素・水素安定同位体、不活性ガス、溶存イオン等)を実施し、各流域の地下水の起源となる降水の標高や地下水の年代等(どこから、どれだけの時間をかけて流れて来ているか)について推定していきます。

25

「1 リスク管理に関する基本的考え方 (5)」(見解)

(参考)赤石山地の地下水に関する文献

「静岡県の地下水」(建設省中部地方整備局静岡河川工事事務所静岡河川セミナー(1992年3月)、土隆一(静岡大学名誉教授))によると、以下のとおり報告されています。

「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は涵養されないということになります。そういうわけで、赤石山地でもなかなか地下水は得にくいけれども川の水は大量にある。なぜならば雨が大量に降るからということです。」

この文献から見ても、大井川上流域から中下流域まで地下水の流れの連続性が保持されているとは考えにくいといえます。

26

「1 リスク管理に関する基本的考え方 (5)」(見解)

(参考)大井川扇状地の地下水水収支シミュレーション

- ・「平成27年度 中部地域地下水賦存量調査」(静岡県環境局水利用課、平成29年1月)では、地下水の実態を明らかにするため、平成25年度～27年度に、基礎データの収集・整理、需要予測、水収支シミュレーション、利用可能量算定の調査を実施しており、大井川地域では中下流域の扇状地が検討範囲に設定されています。
- ・扇状地での地下水は、検討範囲内において、降水や灌漑水が河川や地表面から流入・涵養されることを想定しており、上流域からの地下水の流動は考慮されていません。

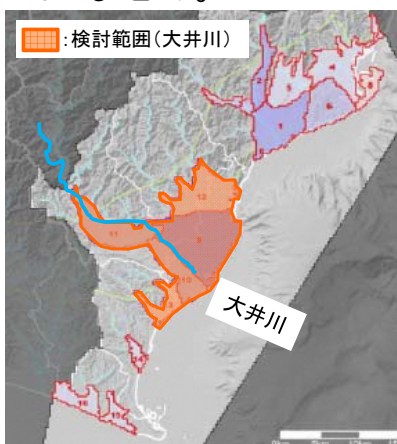


図 検討範囲

※「平成27年度 中部地域地下水賦存量調査」より(一部加筆)

平成27年度 中部地域地下水賦存量調査 結果概要

・本書は、平成27年度末に終了した静岡県中部地域における地下水賦存量調査結果のポイントを簡潔に取りまとめたものです。
・地下水賦存量調査は、地下水の実態を明らかにするため、平成25年度から27年度にかけて実施しています。

<調査スケジュール>

地域	平成25年度	平成26年度	平成27年度
東部	基礎データの収集・整理、需要予測	水収支シミュレーション、利用可能量算定	
中部		基礎データの収集・整理、需要予測	水収支シミュレーション、利用可能量算定
西部			

・静岡県では、本調査結果を基に、地域の実情に応じた地下水管理のあり方を検討していきます。

【本書についてのお問い合わせは】
くらし・建設部環境高水利用課
電話 054-221-2289, 2256

<目次>

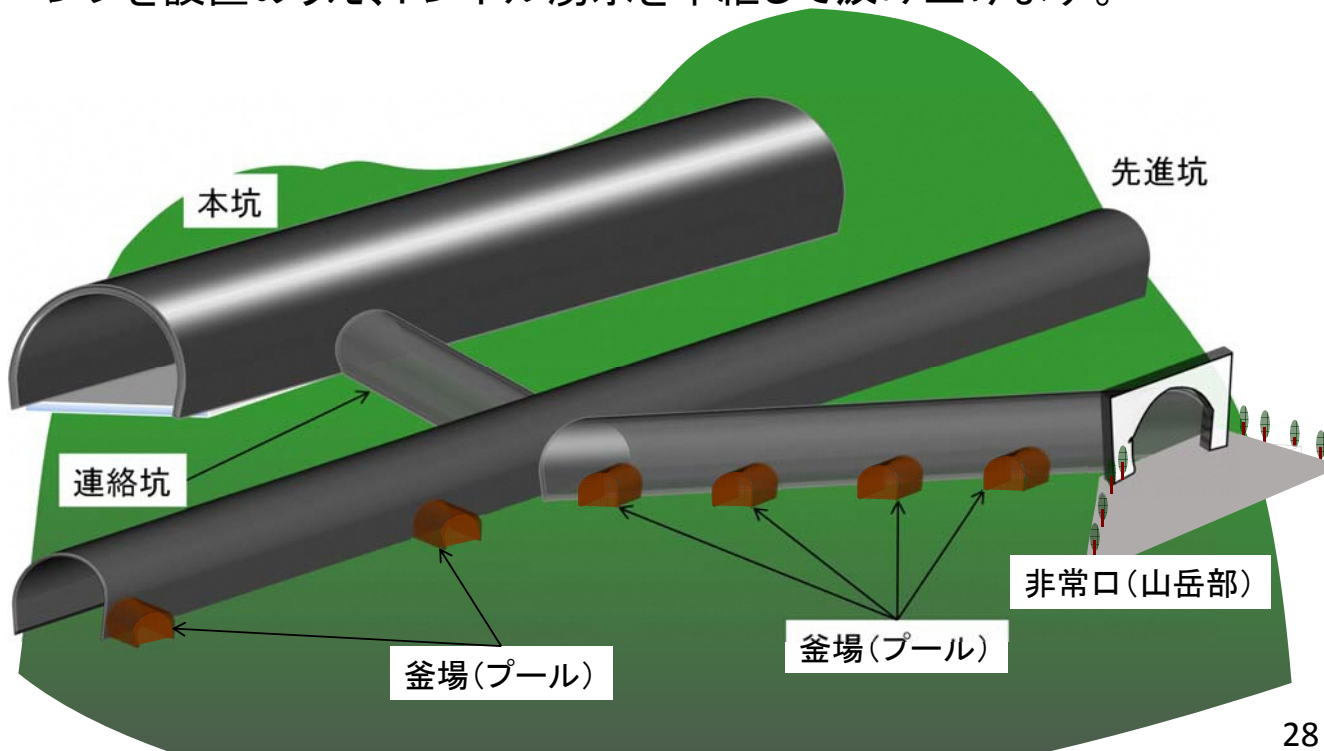
1 調査の目的	1
2 中部地域の調査内容	3
(1) 調査地域	3
(2) 調査内容(手順)	4
3 地下水賦存量の調査手順	5
(1) 調査方法	5
(2) 初期観測計画等の概要	6
(3) 調査結果	7
4 水収支解析モデルの作成	8
5 利用可能量の検討	9
(1) 利用可能量の検討・算定方法	9
(2) 利用可能量の算定結果	15
6 予測解析	15
(1) 予測条件	18
(2) ケース設定	17
(3) 予測解析の結果	18
7 総合水収支	25
(参考)静岡県地下水の採取に関する条例	28

「平成27年度 中部地域地下水賦存量調査」表紙

「1 リスク管理に関する基本的考え方 (5)」(見解)

○ポンプアップのイメージ図

- ・非常口と先進坑に横坑を掘削し釜場(プール)を設け、そのなかにポンプを設置のうえ、トンネル湧水の中継して汲み上げます。



「1 リスク管理に関する基本的考え方 (5)」(見解)

○ポンプアップのイメージ(千石非常口)

- ・湧水は水を溜める排水横坑(釜場)を設置しポンプで汲み上げます。
- ・ポンプは、湧水量に応じて必要な台数を設置します。湧水の増加や故障に対応するために、常に余裕をもった台数とします。

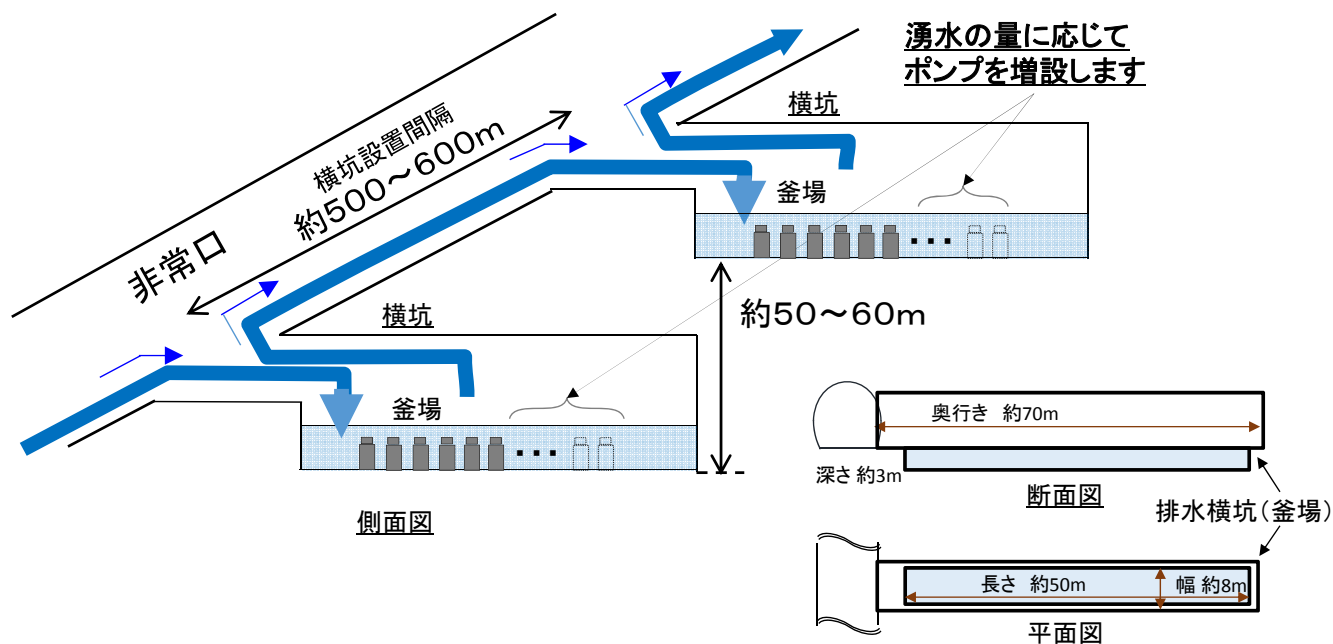


図 排水横坑(釜場)の規模と設置間隔(千石非常口)

29

「1 リスク管理に関する基本的考え方 (5)」(見解)

○ポンプアップのイメージ(千石非常口)

- ・千石非常口の場合、横坑(釜場)に最大6台のポンプを設置予定です。
- ・ポンプは、湧水量に応じて必要な台数を設置します。湧水の増加や故障に対応するために、常に余裕をもった台数とします。

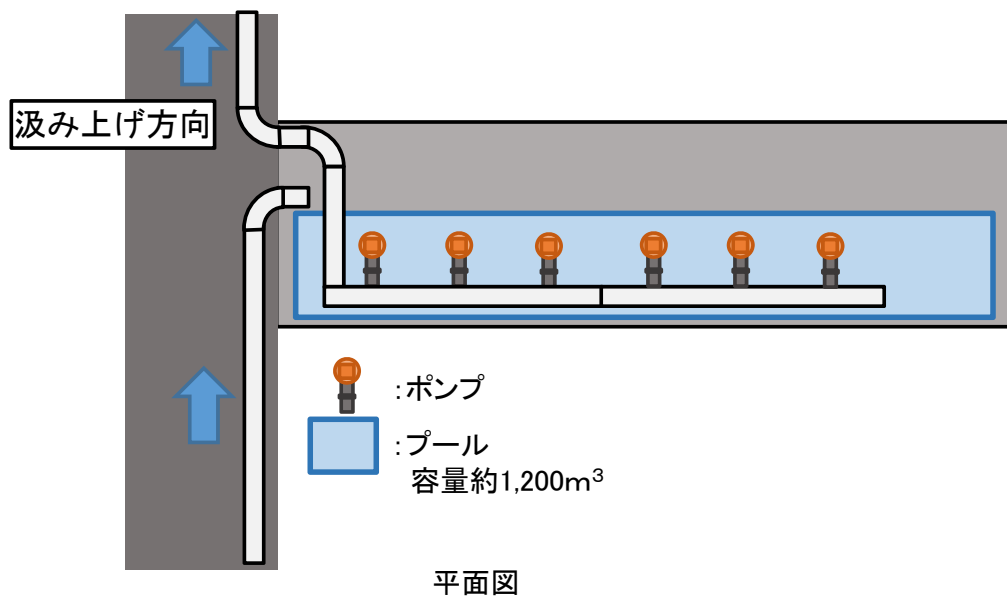


図 排水横坑(釜場)のポンプ設置台数(千石非常口)

30

「1 リスク管理に関する基本的考え方 (5)」(見解)

○ポンプアップのイメージ(先進坑)

- ・先進坑においても、非常口と同様に、湧水は水を溜める排水横坑(釜場)を設置しポンプで汲み上げます。
- ・ポンプは、湧水量に応じて必要な台数を設置します。湧水の増加や故障に対応するために、常に余裕をもった台数とします。

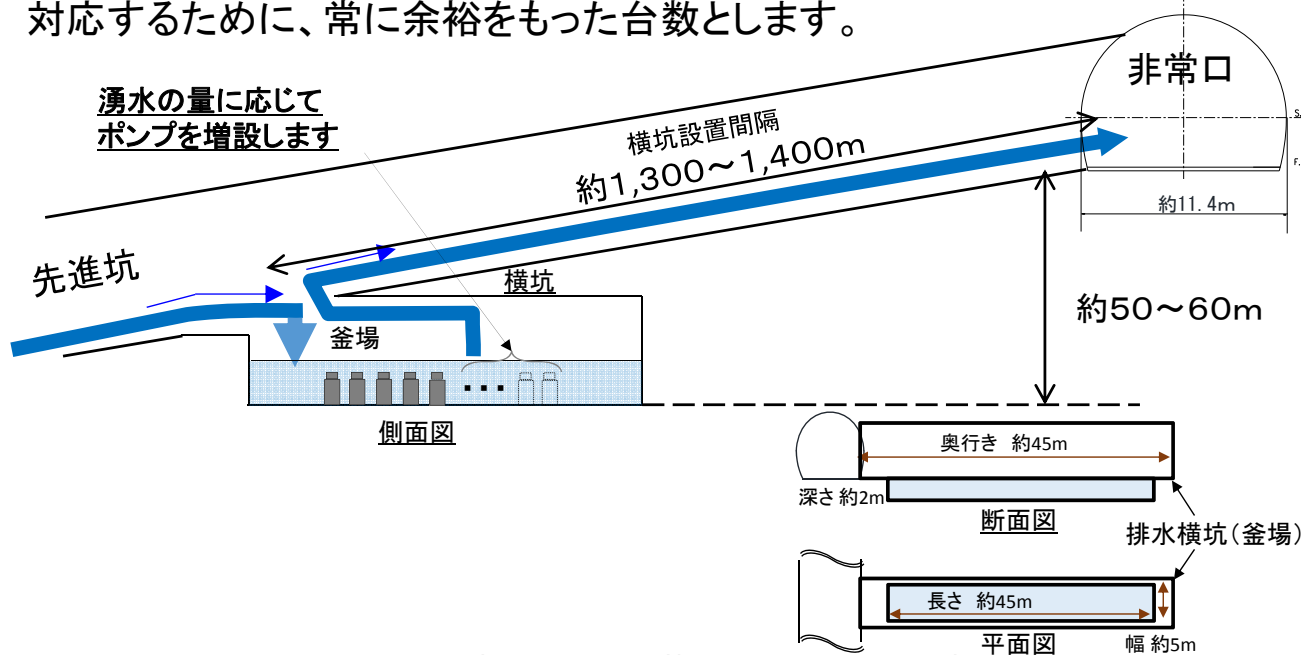


図 排水横坑(釜場)の規模と設置間隔(先進坑)

31

「1 リスク管理に関する基本的考え方 (5)」(見解)

○ポンプアップのイメージ(先進坑)

- ・先進坑の場合、横坑(釜場)に最大5台のポンプを設置予定です。
- ・ポンプは、湧水量に応じて必要な台数を設置します。湧水の増加や故障に対応するために、常に余裕をもった台数とします。

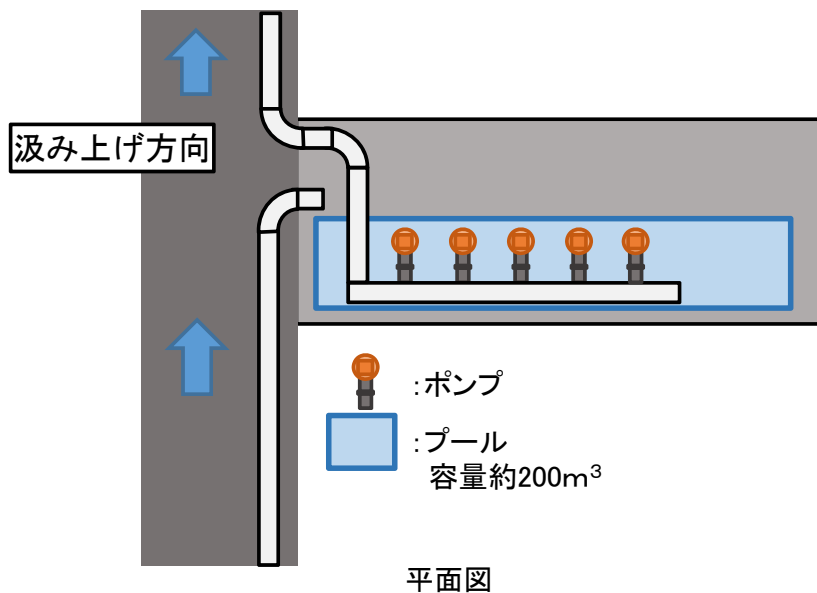


図 排水横坑(釜場)のポンプ設置台数(先進坑)

32

「1 リスク管理に関する基本的考え方（5）」（見解）

○ポンプの仕様について

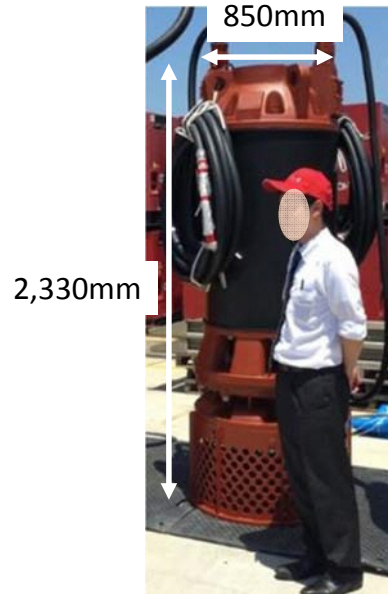


表 ポンプの仕様

全揚程 (m)	吐出量 (m ³ /min)	出力 (kW)	口径 (mm)	最大径 (mm)	高さ (mm)	質量 (kg)
70	10	185	250	850	2,330	2,380

33

「2 管理手法」

事項の内容

- (1) 河川の水量・水温・水質・掘削発生土について、工事による変化をどのように推定し、評価するのか(どのような状態であれば工事を止めるのか、についての考え方など)を示すための、工事着手前のバックグラウンドデータの整理が必要。その上で、評価方法の妥当性を確認

34

「2 管理手法 (1)」(見解)

○河川、地下水バックグラウンドデータ

- ・河川、地下水バックグラウンドデータは、「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」に対する見解(以下、見解という。)(その1)(令和元年10月18日)の別添「河川、地下水バックグラウンドデータ(令和元年10月)」にお示したとおりです。

○工事による河川の流量の影響把握方法について

- ・トンネル掘削工事開始後も、上流域、中下流域における河川流量を継続して把握し、工事前に取得したバックグラウンドデータの変動状況(過去10年間にける変動範囲)と比較して異常な変動が見られた場合は、工事による影響について確認いたします。

35

「2 管理手法 (1)」(見解)

○工事による河川の水温、水質の影響把握方法について

- ・工事排水、生活排水は、濁水処理設備や高度浄化装置で処理した後、河川放流前に水温、水質の計測を行います。
- ・河川放流前の管理を前提としていますが、河川の放流先下流地点において、モニタリングを行います。
- ・河川のモニタリングの結果、異常値が確認された場合には、放流先上流地点でも計測を行うことで、工事による影響かどうかを確認します。

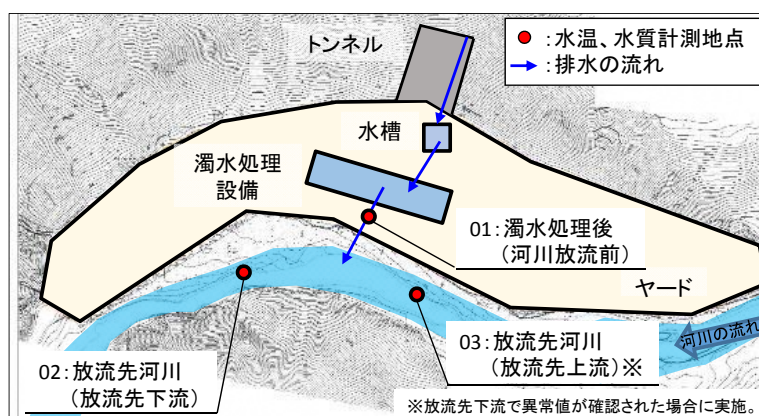


図 トンネル工事排水の水温、水質計測地点(イメージ)

36

「2 管理手法」

事項の内容

(2) リスクマップ、リスクマトリクスの整理と提示時期

37

「2 管理手法 (2)」(見解)

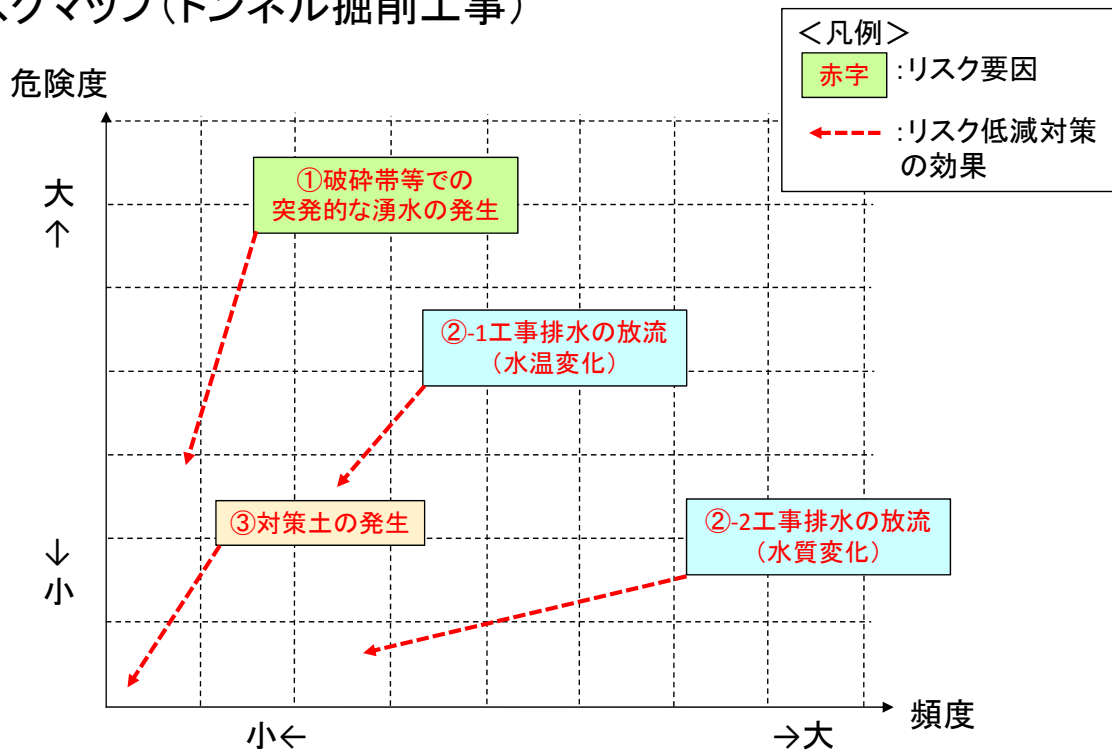
○リスクマトリクス、リスクマップの整理、提示時期

- ・丸井委員からご提案いただいたリスクマトリクスやリスクマップについて、丸井委員とご相談しながら作成・整理していきます。トンネル掘削工事におけるリスク要因として考えられる①突発湧水の発生、②工事排水の放流、③対策土(土壌汚染対策法に基づく基準値を超過する発生土)の発生の3項目それぞれについて、作成を行っていきます。
- ・リスクマトリクスについては、見解(その3)(令和元年12月23日)でお示ししたとおりです。
- ・リスクマップのイメージについて、次頁以降にお示しします。リスクマップは、工事の進捗に応じて、変化が見えるような形で更新していくことを考えています。
- ・これらの内容については、環境保全連絡会議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。

38

「2 管理手法 (2)」(見解)

○リスクマップ(トンネル掘削工事)



※工事の進捗に応じて更新し、時間の進行とともにそれぞれのリスク要因が原点に近づいていくことを示す。

図 リスクマップイメージ(トンネル掘削工事)

39

「2 管理手法 (2)」(見解)

○リスクマップ(①破砕帯等での突発的な湧水の発生)

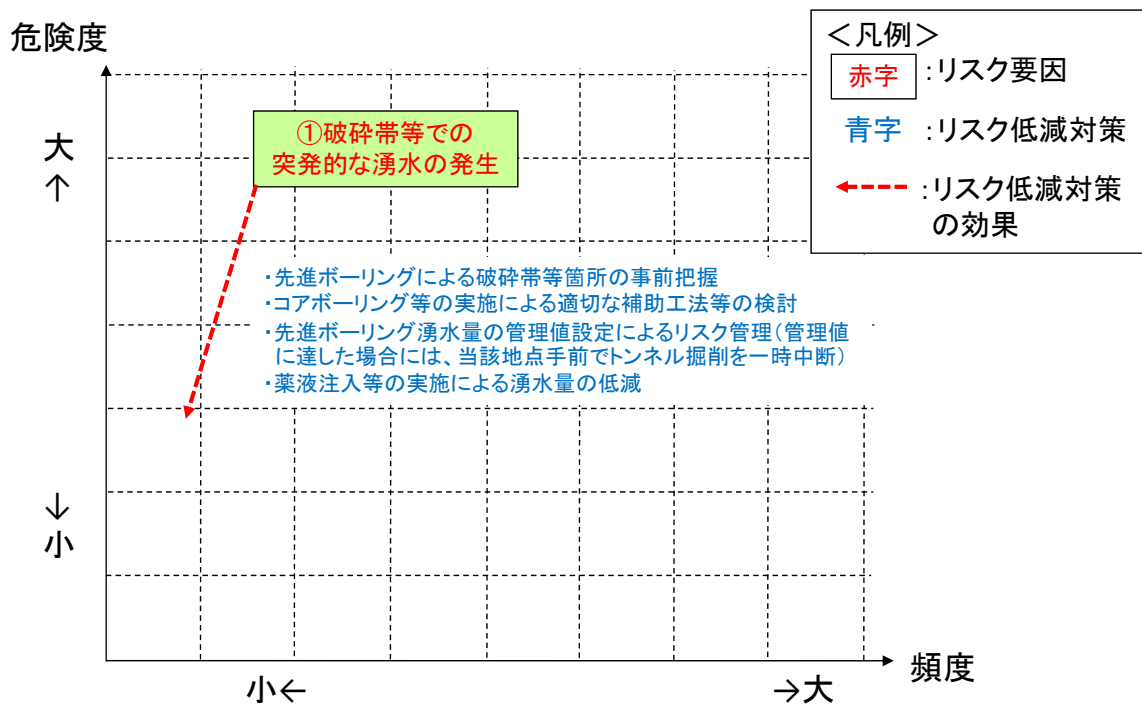


図 リスクマップイメージ(①破砕帯等での突発的な湧水の発生)

40

「2 管理手法 (2)」(見解)

○リスクマップ(②-1工事排水の放流:水温変化)

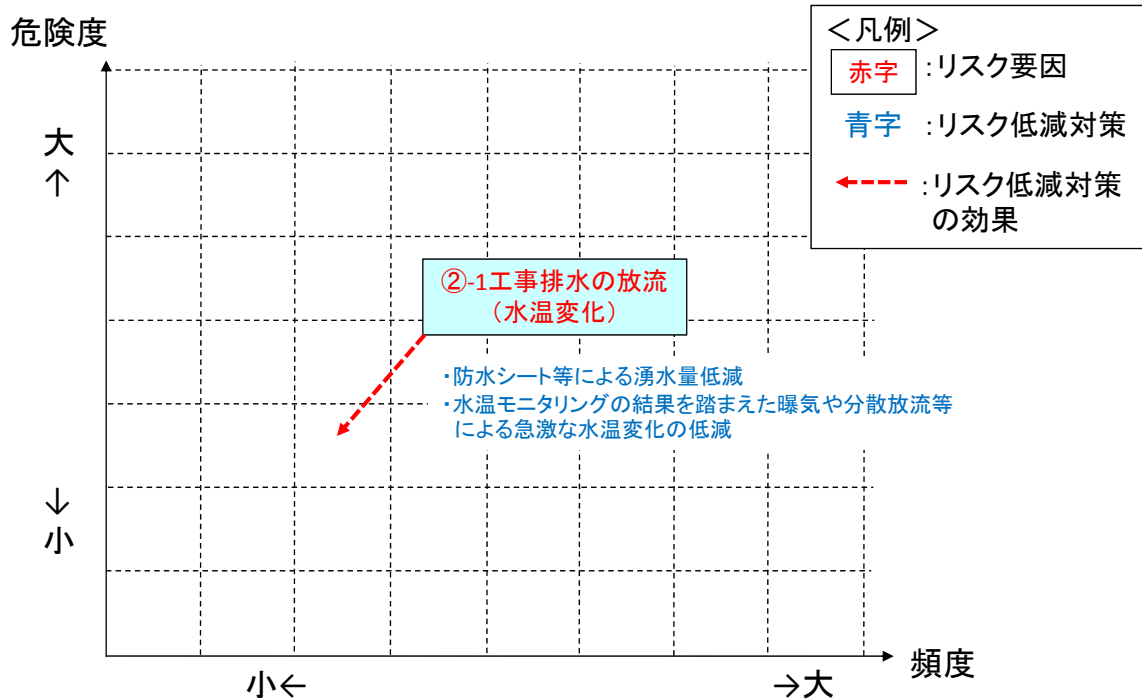


図 リスクマップイメージ(②-1工事排水の放流:水温変化)

41

「2 管理手法 (2)」(見解)

○リスクマップ(②-2工事排水の放流:水質変化)

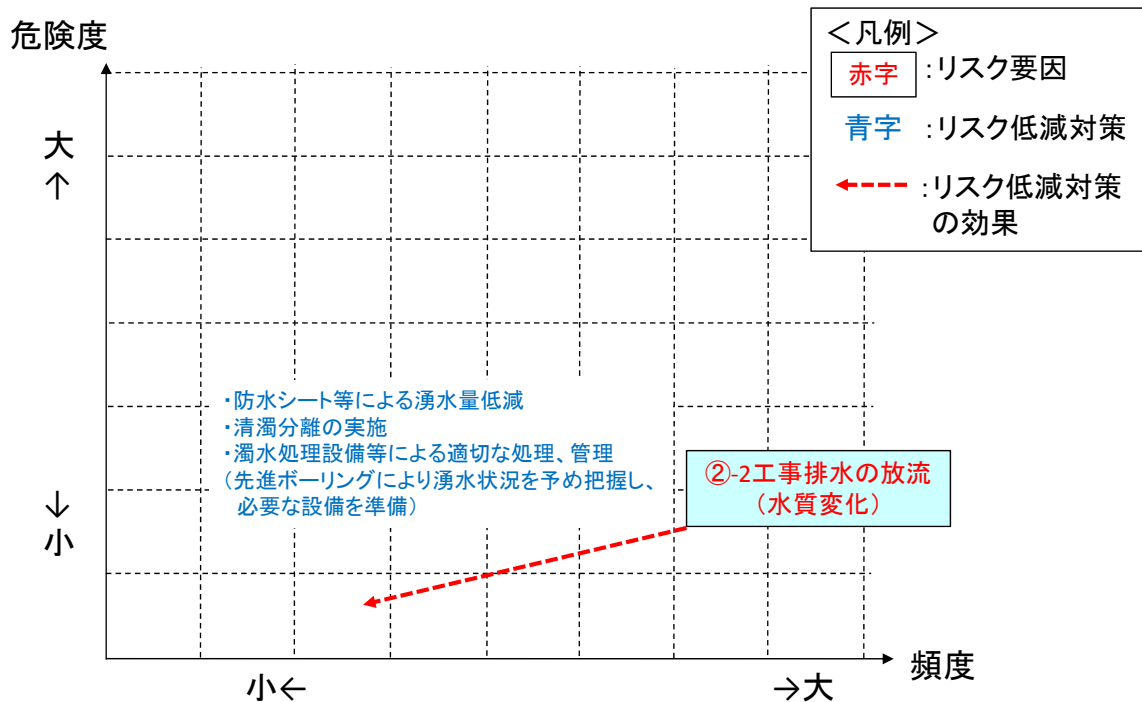


図 リスクマップイメージ(②-2工事排水の放流:水質変化)

42

「2 管理手法（2）」(見解)

○リスクマップ(③対策土の発生)

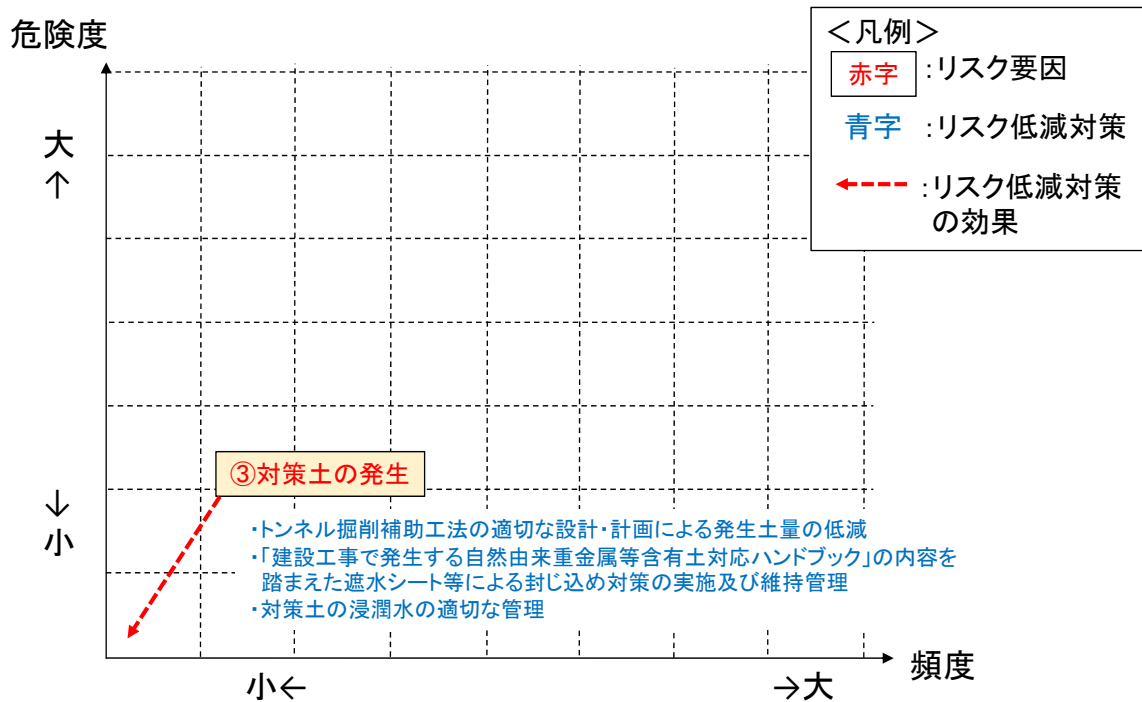


図 リスクマップイメージ(③対策土の発生)

43

「3 全量の戻し方」

事項の内容

- (1) 他県側から掘削するという工法のみが示された。これでは、この工法しかとり得ないのかどうかの判断ができない。下り勾配の掘削が技術的に可能であった青函トンネルの工事も参考にしつつ、現段階で考えられる代替工法を示した上での工法の比較検討

44

「3 全量の戻し方（1）」(見解)

○畑薙山断層帯のトンネルの掘削方法




- ・畑薙山断層は「日本の活断層」(活断層研究会、1991)に記載されており、過去に東俣から畑薙山断層帯に向けて実施した斜めボーリング調査の結果から、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しており、脆い区間のなかでボーリング削孔時の湧水が急激に増加している箇所を3箇所を確認しています。この結果から、トンネル掘削の突発湧水は畑薙山断層帯の中で局所的に発生するリスクがあると推定しています。
- ・トンネル掘削の最大の課題は、地下水の突発的な湧出です。トンネル掘削工事では、まずは先進坑の掘削に先立ち、先進ボーリングを実施し、破碎帯等や湧水量の変化が著しい箇所、地質の変化がある箇所を把握します。特異な変化が認められる箇所では、突発湧水のリスクが高まるため、その手前で先進坑の掘削を一時停止させ、コアボーリングを行い、地質の詳細を把握します。コアボーリングにより地質や湧水の詳細な状況に合わせた、薬液注入など対策工を立案・実施し、その効果を確認次第、慎重に掘削を再開していきます。
- ・このように、直前事前の情報に基づきリスク管理を行うことから、畑薙山断層帯で大規模な突発湧水が発生する可能性は小さいものの、排除することはできず、下り勾配(突込み)での施工は水没のリスクがあるため、作業員の安全確保の観点から避ける必要があります。

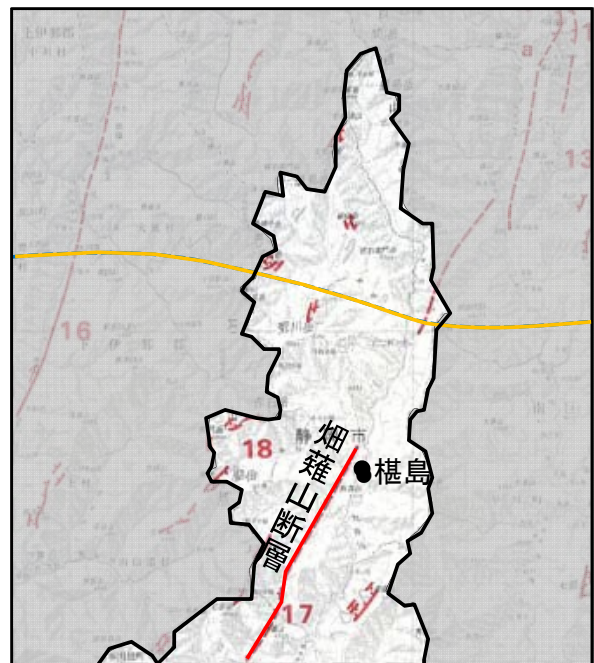
45

「3 全量の戻し方（1）」(見解)

(参考)畑薙山断層について

- ・畑薙山断層は「日本の活断層」(活断層研究会、1991)に記載されています。
- ・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しています。

凡例	
	活断層であることが確実なもの(確実度Ⅰ)
	活断層であると推定されるもの(確実度Ⅱ)
	活断層の疑のあるリニアメント(確実度Ⅲ)



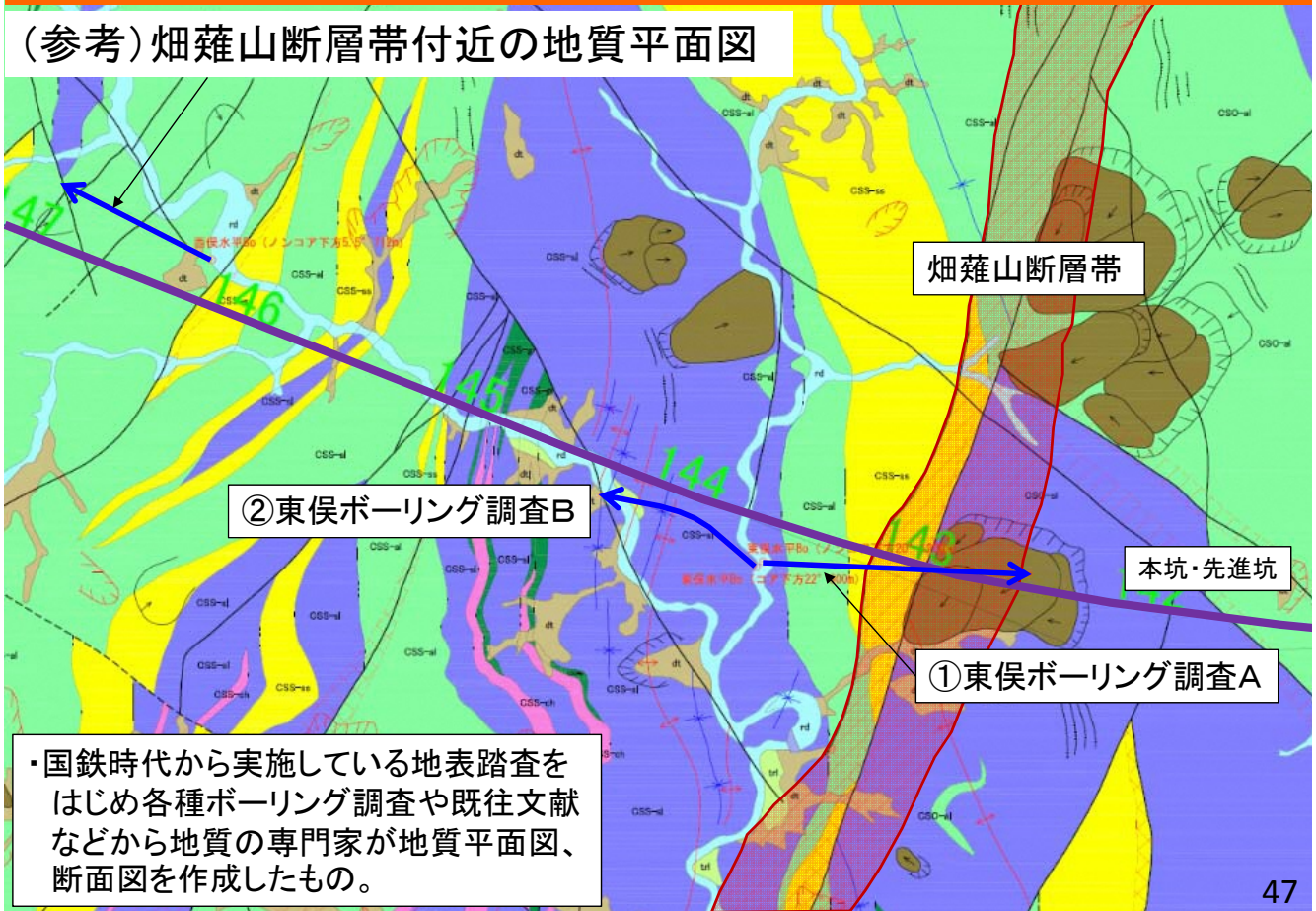
『日本の活断層』(活断層研究会、1991)に一部加筆

※環境影響評価においては、主要な活断層としては、『日本の活断層』及び地震調査研究推進本部における活断層の長期評価資料に記載された活断層の内、確実度又は活動度が高いものを記載しています。

46

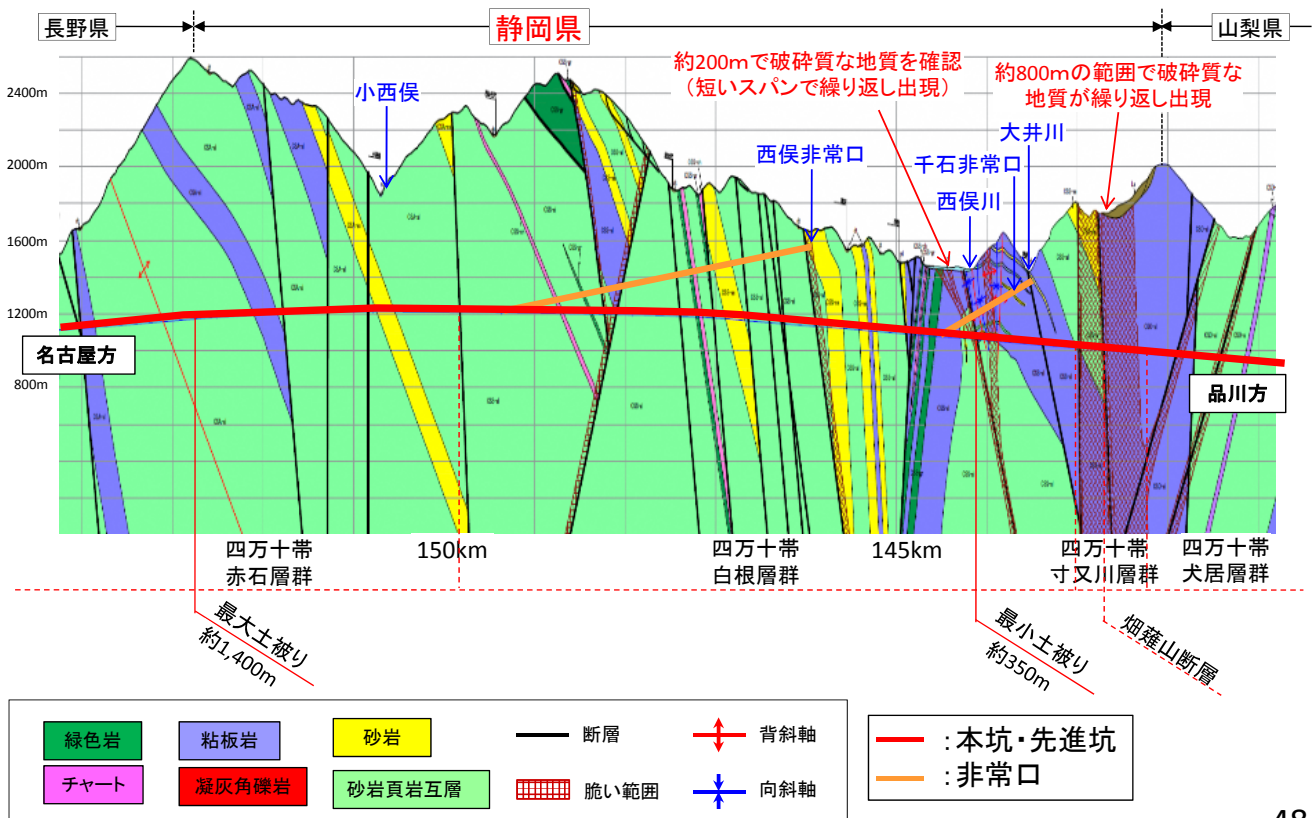
「3 全量の戻し方 (1)」(見解)

(参考) 畑薙山断層帯付近の地質平面図



「3 全量の戻し方 (1)」(見解)

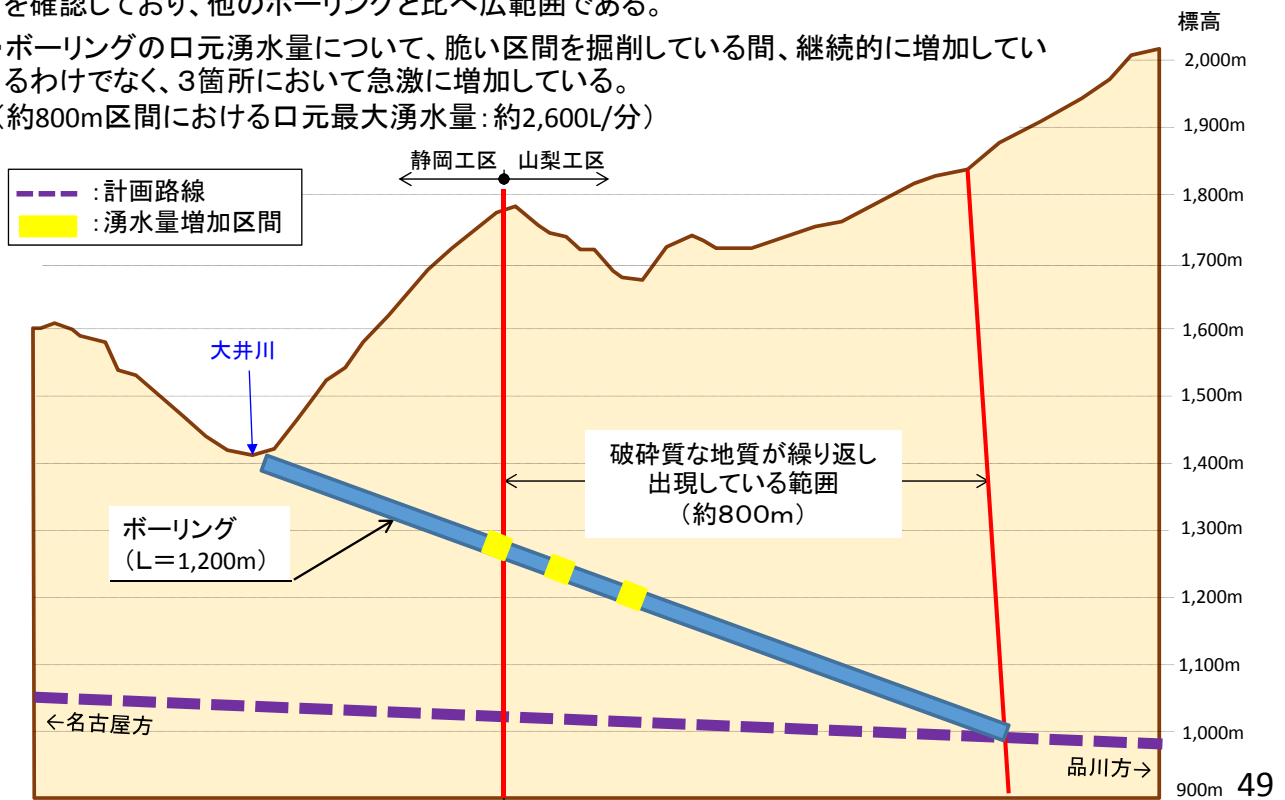
(参考) 静岡県内の地質縦断図



「3 全量の戻し方 (1)」(見解)

(参考)①東俣ボーリングAの結果

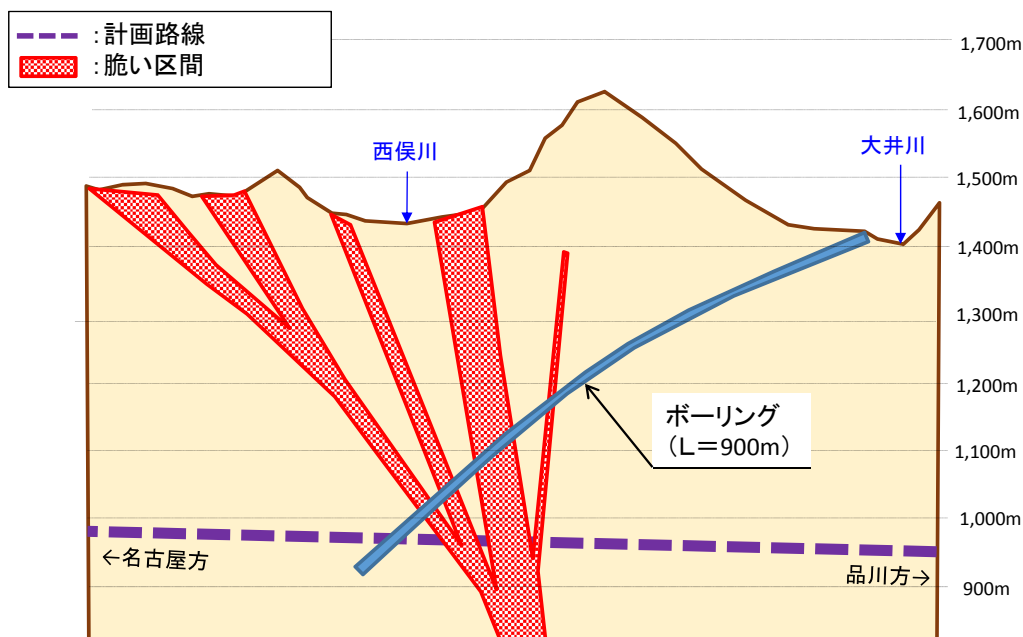
- ・ボーリング削孔において、約800mの範囲で破碎質な地質が繰り返し出現していることを確認しており、他のボーリングと比べ広範囲である。
- ・ボーリングの口元湧水量について、脆い区間を掘削している間、継続的に増加しているわけではなく、3箇所において急激に増加している。
(約800m区間における口元最大湧水量: 約2,600L/分)



「3 全量の戻し方 (1)」(見解)

(参考)②東俣ボーリングBの結果

- ・脆い区間は延べ約200mであるが、短いスパンで繰り返し出現。
- ・湧水量は、畑薙山断層帯に比べて少ない。(脆い区間における口元最大湧水量: 約800L/分)



「3 全量の戻し方 (1)」(見解)

○青函トンネルの施工事例

- ・青函トンネルの施工事例を示します。

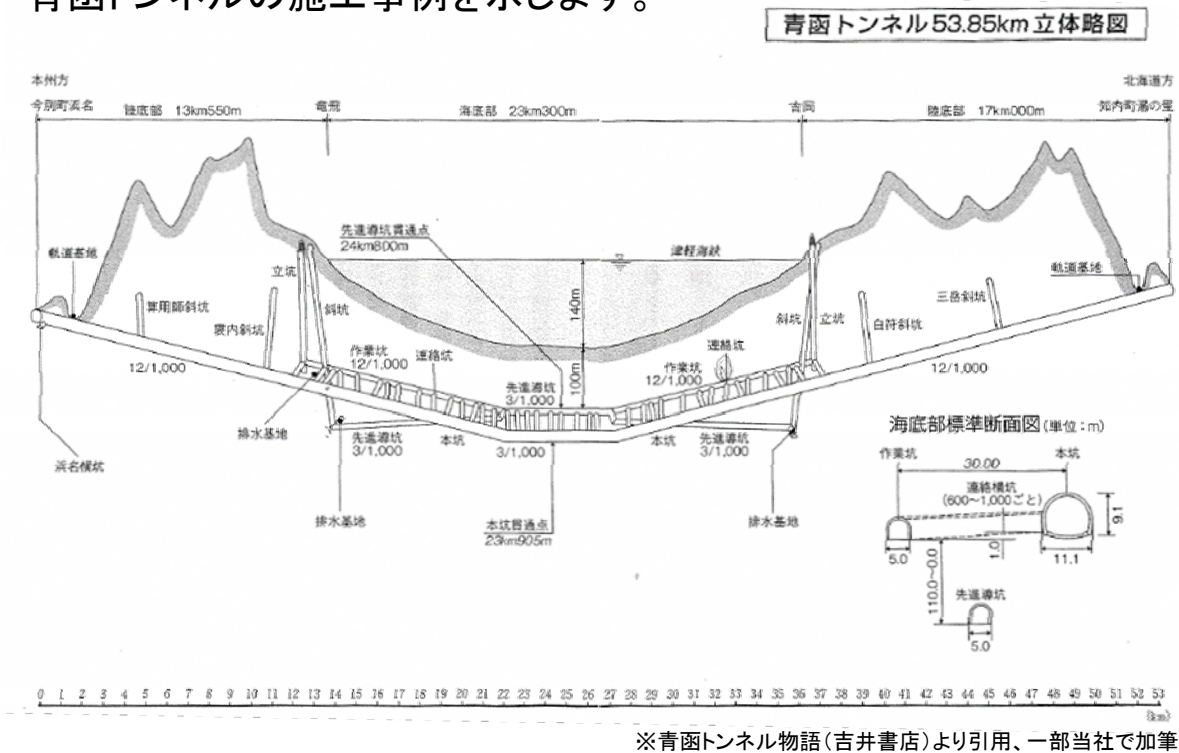


図 青函トンネルの縦断面図と標準断面図

「3 全量の戻し方 (1)」(見解)

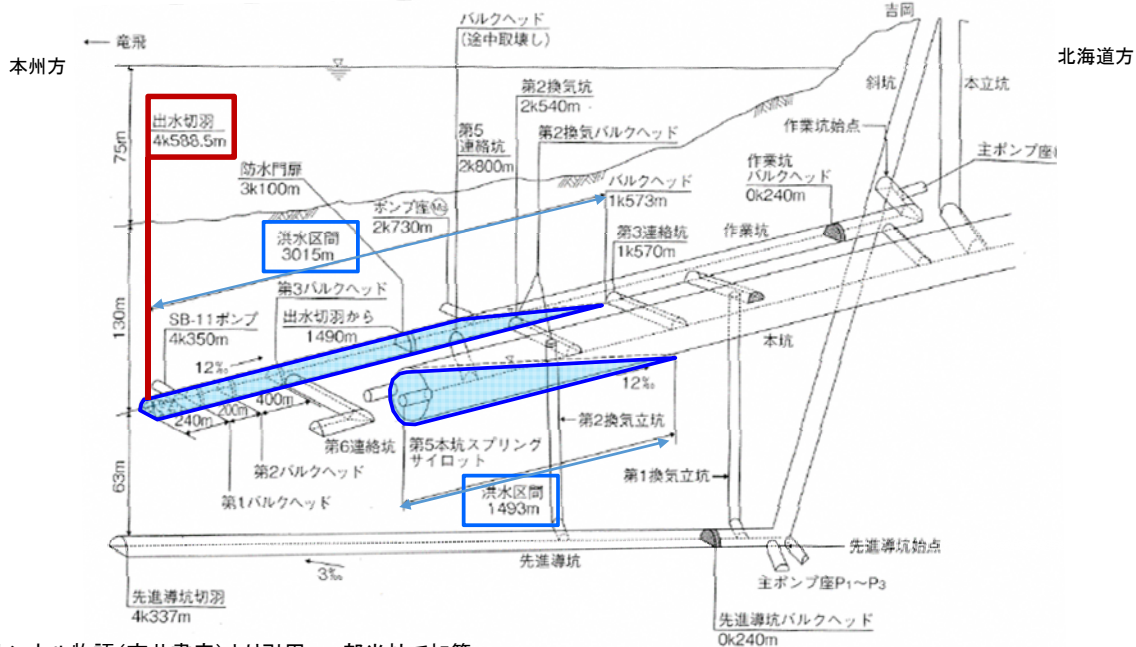
○青函トンネルの線形・掘削方法

- ・青函トンネルは、海底トンネルであり海底部が最も低く、本線は本州方、北海道方から海底部に向かって12‰の勾配で下る線形となっています。
- ・トンネル掘削は、陸上部から開始せざるを得ず、まずは調査を目的に斜坑、先進導坑(斜坑底から3‰の上り勾配)の掘削を進めました。
- ・続いて、立坑、そして作業坑、本坑(いずれも12‰の下り勾配)の掘削を進めました。

「3 全量の戻し方 (1)」(見解)

○青函トンネルにおける突発湧水(1)

- ・青函トンネルでは、突発湧水により、4回水没しました。
- ・そのうちの代表例として、昭和51年、北海道方で最大約70m³/分(約1.2m³/秒)の出水により、作業坑約3km、本坑約1.5kmにわたり水没しました。
- ・なお、最大約70m³/分の出水が発生した日の2日後には約20m³/分となっています。



※青函トンネル物語(吉井書店)より引用、一部当社で加筆

53

「3 全量の戻し方 (1)」(見解)

○青函トンネルにおける突発湧水(2)

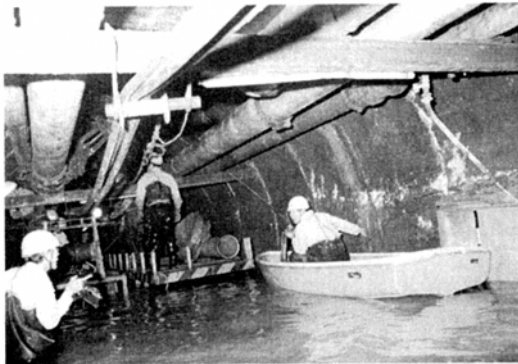
- ・出水箇所は、破砕帯と呼ばれる脆弱な地質箇所であり、事前に切羽(掘削面)手前から先進ボーリングにより地質を確認しつつ、掘削を進めていました。
- ・さらに、事前に切羽(掘削面)手前から、地盤への薬液注入を行なうなどの対策をしていましたが、出水が発生しました。
- ・出水に対応するため、複数箇所にバルクヘッド(隔壁)を構築して水を防ごうとし、また、作業坑に設置している防水門扉を使用しましたが、それぞれ突破され作業坑と本坑が水没しました。(斜坑底の主ポンプ座の水没を防ぐため、本坑に導水)
- ・復旧のために、青函トンネルの本州方の現場や上越新幹線のトンネル建設現場のポンプなどが集められ、復旧作業に使用されました。
- ・機械・電気設備などにも、大きな被害あったと思われませんが、詳細は不明です。

54

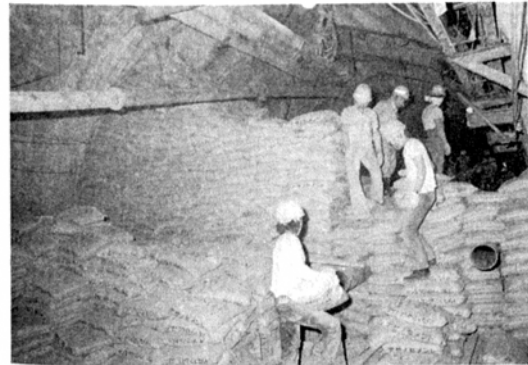
「3 全量の戻し方 (1)」(見解)

○青函トンネルにおける突発湧水(3)

- ・この出水より人的被害が出たとの記録はありませんが、作業員等に対する安全性が低下しました。
- ・水没した作業坑、本坑を復旧するために、約半年の工期を要しました。
- ・最終的に、作業坑は迂回させることにより出水箇所を通過しました。



作業坑排水



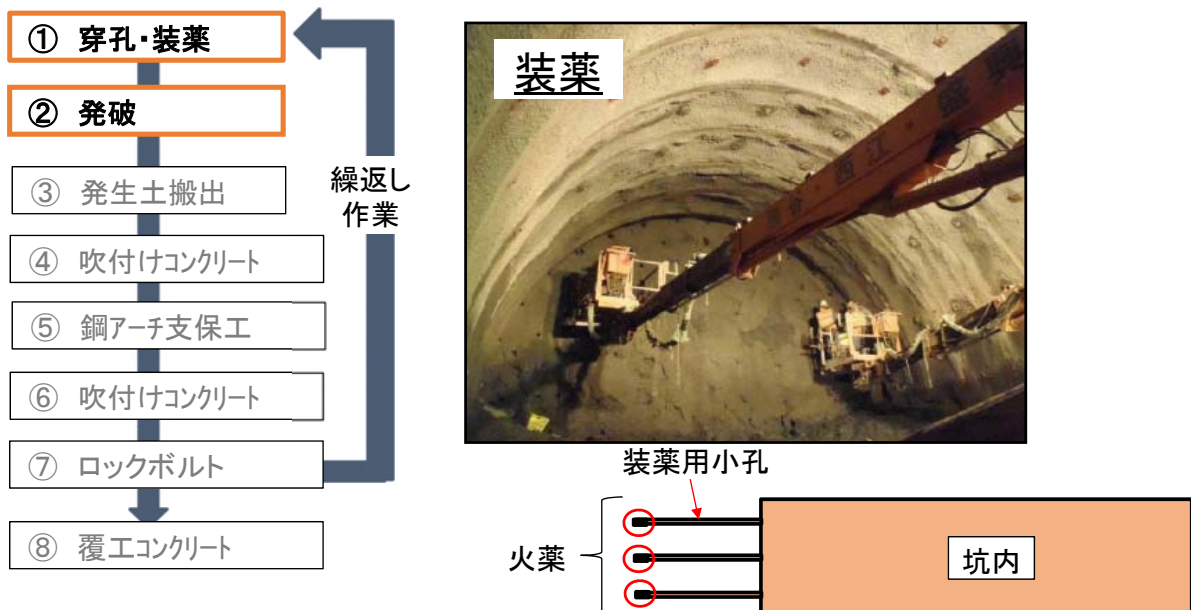
作業坑パルクヘッド築造

出典:津軽海峡線工事誌(青函トンネル) 日本鉄道建設公団青函建設局

55

「3 全量の戻し方 (1)」(見解)

○南アルプストンネルの施工手順



- ・青函トンネルと同様に、南アルプストンネルでも多数の機械、設備を使用します。
- ・写真は、削岩機でトンネル掘削面を穿孔し、火薬を装填して発破により掘削を進める例です。そのほか、吹付けコンクリートなどの作業を行なうため、様々な機械や電気設備などをトンネルの坑内に配置し施工を進めるため、作業員の安全を確保することはもちろんのこと、機械、設備の水没するリスクを避けることを考えています。

56

「3 全量の戻し方（1）」(見解)

○山梨県境付近のトンネル工法比較

工法及び掘削の向き		評価				県外流出
		安全性	経済性	工期	適否	
NATM	A 先進坑・本坑ともに上り勾配で掘削	○	○	○	適	有*
	B 先進坑は下り勾配で掘削、本坑は上り勾配で掘削	×	△	△	否	無
シールド	C 先進坑は下り勾配でシールド工法、本坑は上り勾配でNATM掘削	シールド工法は土圧や水圧が大きいため困難			否	無

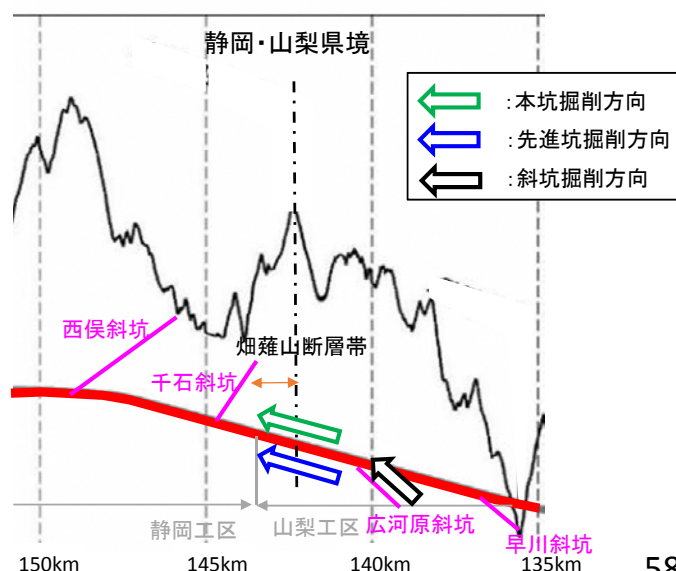
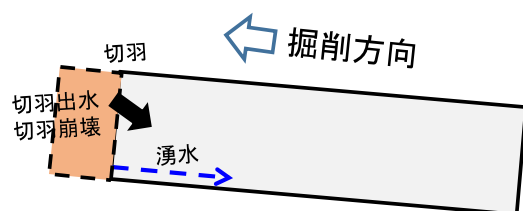
※先進坑貫通までの間、トンネル湧水が県外に流出

「3 全量の戻し方（1）」(見解)

○山梨県境付近のトンネル工法比較

A 先進坑・本坑ともに上り勾配で掘削（1）

- ・山梨県側からの施工は、上り勾配で掘削するため、大規模な突発湧水が生じた場合、トンネル湧水は自然流下で対応することができるため、安全に施工することができます。



「3 全量の戻し方 (1)」(見解)

○山梨県境付近のトンネル工法比較

A 先進坑・本坑ともに上り勾配で掘削(2)

- ・切羽(掘削面)から、大規模な突発湧水が発生した場合、湧水が自然流下し、切羽付近に湧水が溜まることのないため、水没することはありません。
- ・水没することはないため、作業員等への安全性が確保されます。

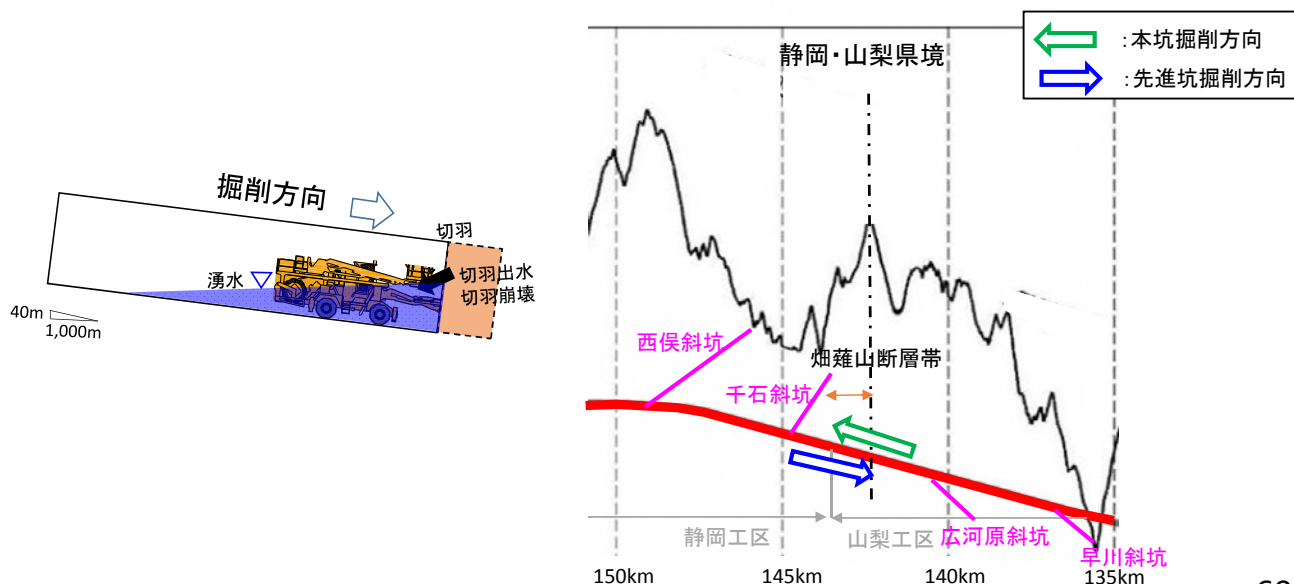
59

「3 全量の戻し方 (1)」(見解)

○山梨県境付近のトンネル工法比較

B 先進坑は下り勾配・本坑は上り勾配で掘削(1)

- ・静岡県側から、先進坑を下り勾配で施工するため、大規模な突発湧水が生じた場合、トンネル湧水は自然流下で対応することができないため、水没するがあります。



60

「3 全量の戻し方（1）」(見解)

○山梨県境付近のトンネル工法比較

B 先進坑は下り勾配・本坑は上り勾配で掘削(2)

- ・水没した場合、作業員等に対する安全性に問題があります。
- ・水没した場合、施工が中断するとともに、機械や設備の水没により修理等が必要になる場合もあり、工期も大きく延びることになります。

61

「3 全量の戻し方（1）」(見解)

○山梨県境付近のトンネル工法比較

B 先進坑は下り勾配・本坑は上り勾配で掘削(3)

<畑薙山断層帯におけるトンネル切羽からの突発湧水の処理>

- ・畑薙山断層帯(土被り約800m)では、局所的に大規模な突発湧水が発生するリスクがあると推定しています。その量や期間を予測することは困難ですが、過去のトンネル掘削における大規模な突発湧水の事例を参考に、仮に $1\text{m}^3/\text{秒}$ 程度の突発湧水が発生した場合を想定して、次頁以降の検討を行いました。

※過去のトンネル掘削時の突発湧水事例

地芳トンネル(愛媛県) $0.3\text{m}^3/\text{秒}$
(付加体の破砕帯(土被り約250m)で発生)

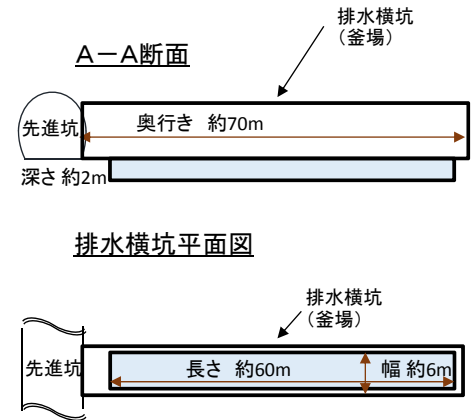
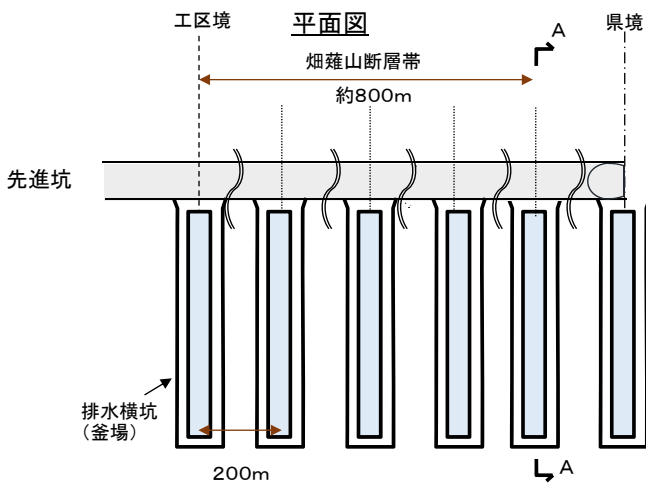
62

「3 全量の戻し方 (1)」(見解)

○山梨県境付近のトンネル工法比較

B 先進坑は下り勾配・本坑は上り勾配で掘削(4)

- ・先進坑を下り勾配で施工する場合、大規模な突発湧水に備え、掘削進行に合わせ、順次大きな排水横坑が必要となります。
- ・破碎質な地質の箇所では、先進坑の掘削についても難度が高いですが、さらに、先進坑の直角方向に大規模な排水横坑を短い間隔でいくつも掘削することは困難であるとともに、横坑自体の掘削による大規模な突発湧水のリスクが増加します。



※突発湧水量約 $1\text{m}^3/\text{秒}$ 、停電余裕10分として検討 63

「3 全量の戻し方 (1)」(見解)

○山梨県境付近のトンネル工法比較

B 先進坑は下り勾配・本坑は上り勾配で掘削(5)

<畑薙山断層帯におけるトンネル切羽からの突発湧水の処理>

- ・破碎質な地質の箇所に排水横坑自体を設けることも技術的に困難ですが、 $1\text{m}^3/\text{秒}$ 程度の突発湧水の発生を想定した場合、水中ポンプは、イメージ写真や仕様表のものを、排水横坑に7台ずつ、計42台の設置が必要となります。



写真 ポンプのイメージ

表 ポンプの仕様

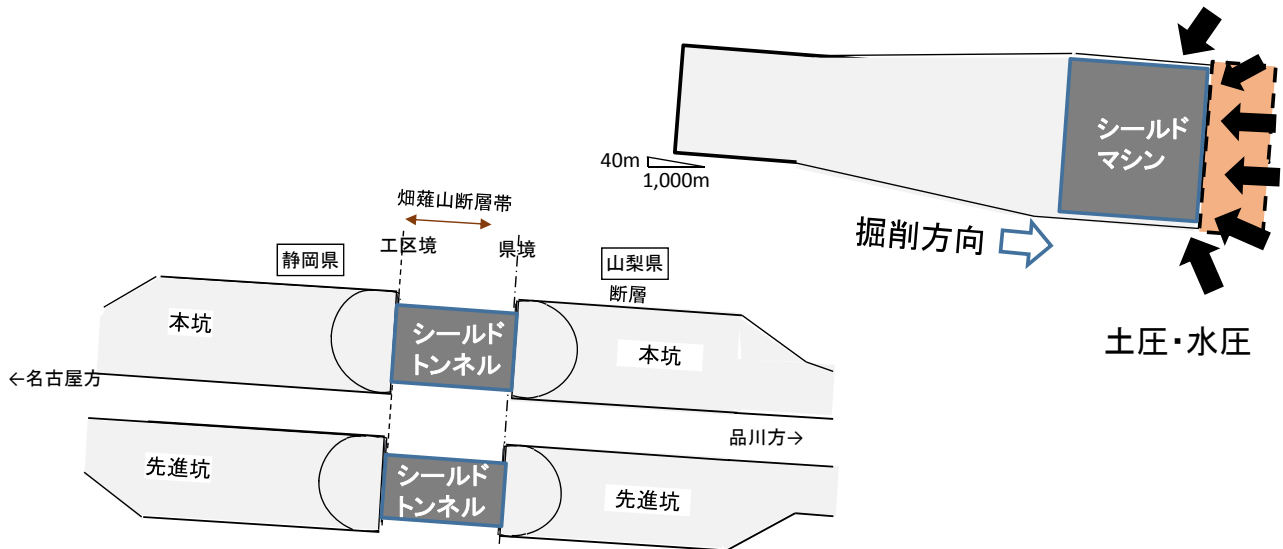
全揚程 (m)	吐出量 (m^3/min)	出力 (kW)	口径 (mm)	幅 (mm)	高さ (mm)	質量 (kg)
12	10	55	250	1,050	1,733	1,150

「3 全量の戻し方（1）」(見解)

○山梨県境付近のトンネル工法比較

C シールド工法（断層帯の掘削方向 下り勾配施工）

- ・シールド工法により施工する場合、断層帯付近約0.8～1kmにおいて、大きな土圧や水圧がかかることにより、シールドマシンが掘進不能となる可能性が高く、施工は困難となります。



「3 全量の戻し方（1）」(見解)

○山梨県境付近のトンネル湧水への対応方法

- ・上り勾配(挿み)施工の場合に検討した揚水方式について、
①先進坑貫通後に揚水以外の方法は困難です。

対応方法		評価	実現性	県外流出
① 先進坑貫通後に揚水		先進坑貫通後は、県境付近に設置した釜場を活用し、本坑湧水のポンプアップが可能	○	有※
先進坑掘削前に	② 小口径シールドトンネルにより揚水	断層帯約1kmは、大きな土圧・水圧がかかりシールド施工は困難	×	無
	③ ボーリング+ケーシングパイプで揚水	断層帯約1kmを正確な位置に送水管を挿入しながらのボーリングは困難	×	
	④ 県境付近からの導水路トンネルで導水	断層帯に並行して大土被りの中のトンネル掘削は困難	×	有※
	⑤ 深井戸により揚水	最深800mの深井戸を断層帯約1kmにわたって設置することは困難	×	
	⑥ 山梨県側の斜坑口より地上に配管し、ポンプを設置して導水	約10kmの配管や30箇所程度の釜場設置を地上に行くことは困難	×	

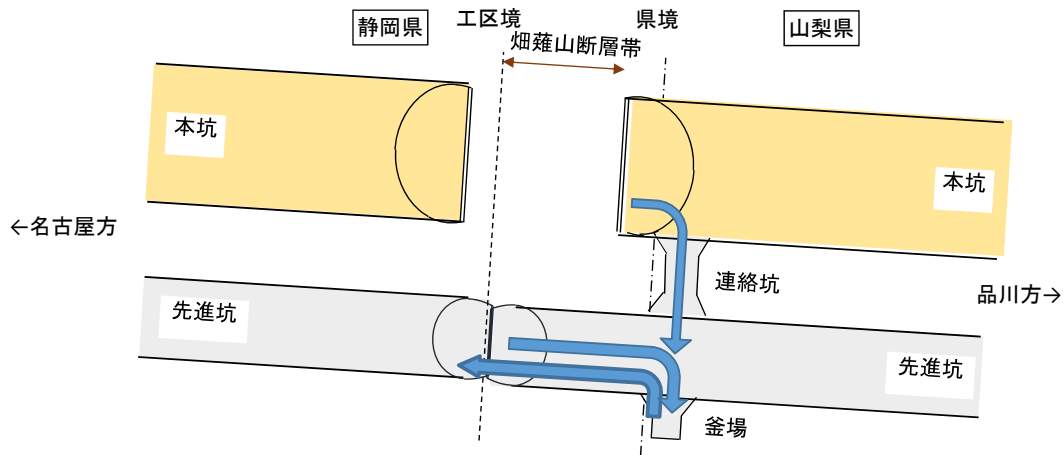
※先進坑貫通までの間、トンネル湧水が県外に流出

「3 全量の戻し方 (1)」(見解)

○山梨県境付近のトンネル湧水への対応方法

①先進坑貫通後に揚水(原案)(1)

- ・先進坑貫通後は、山梨県と静岡県の間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します。
- ・本坑の湧水は、本坑と先進坑との間に連絡坑を設置し、本坑から連絡坑と先進坑を経由して、県境位置に設置した釜場を活用し、静岡県側にポンプアップします。



67

「3 全量の戻し方 (1)」(見解)

○山梨県境付近のトンネル湧水への対応方法

①先進坑貫通後に揚水(原案)(2)

- ・本坑においては、先進ボーリングや先進坑の施工結果を踏まえ、薬液注入などの補助工法を実施するなど、慎重に掘削を行います。

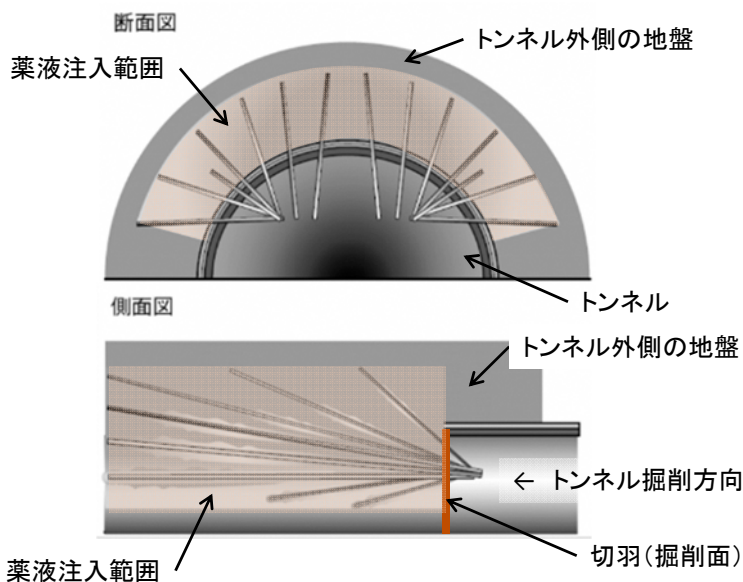


図 薬液注入の施工イメージ



写真 薬液注入工の施工例

※ライト工業㈱、「トンネル工事の補助工法」
(平成25年4月)より抜粋

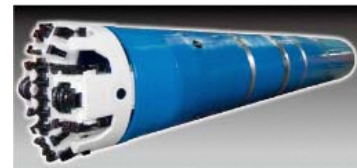
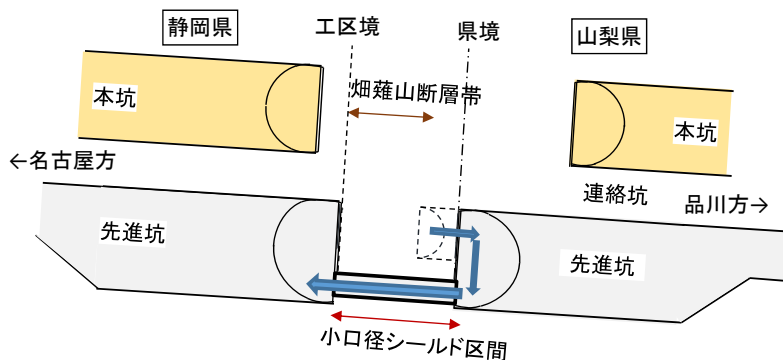
68

「3 全量の戻し方 (1)」(見解)

○山梨県境付近のトンネル湧水への対応方法

②小口径シールドトンネルにより揚水

- ・山梨県側から断層帯の掘削を開始する前に、静岡方から小口径シールドマシンで掘削し、送水管を構築した後、先進坑の湧水は送水管を通じて静岡県側にポンプアップします。
- ・断層帯付近約0.8～1kmにおいて、大きな土圧や水圧がかかることにより、シールドマシンが掘進不能となる可能性が高く、施工は困難となります。



小口径シールド(径2m程度)

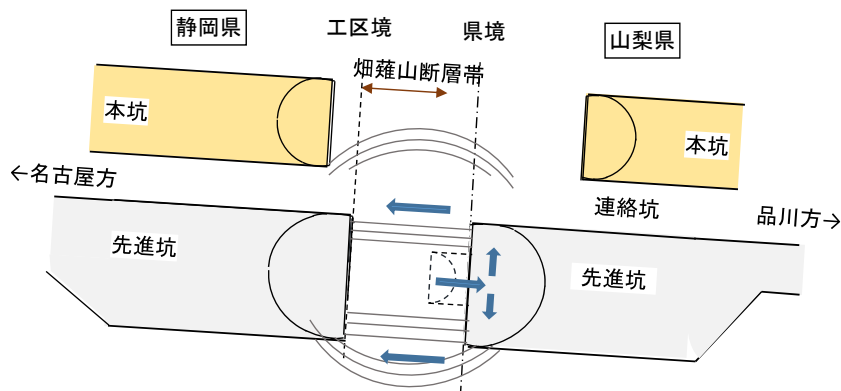
※ミニシールド工法研究会HPより引用

「3 全量の戻し方 (1)」(見解)

○山梨県境付近のトンネル湧水への対応方法

③ボーリング+ケーシングパイプで揚水(1)

- ・山梨県側から断層帯付近の掘削を開始する前に、ボーリング+ケーシングパイプにより送水管(100mm程度)を複数本構築します。
- ・先進坑の湧水は、複数の送水管により静岡県側にポンプアップします。



「3 全量の戻し方（1）」(見解)

○山梨県境付近のトンネル湧水への対応方法

③ボーリング+ケーシングパイプで揚水(2)

- ・ボーリングを施工する断層帯付近約0.8～1kmの距離を、狭い範囲に正確に送水管を挿入しながら到達させるボーリング(十数本)は、困難です。
- ・ボーリングの孔が崩れて掘削不能となる場合や、孔が崩れることによりボーリングの方向が変化する場合があるためです。
- ・そのため、ボーリング等による揚水は困難であると考えています。

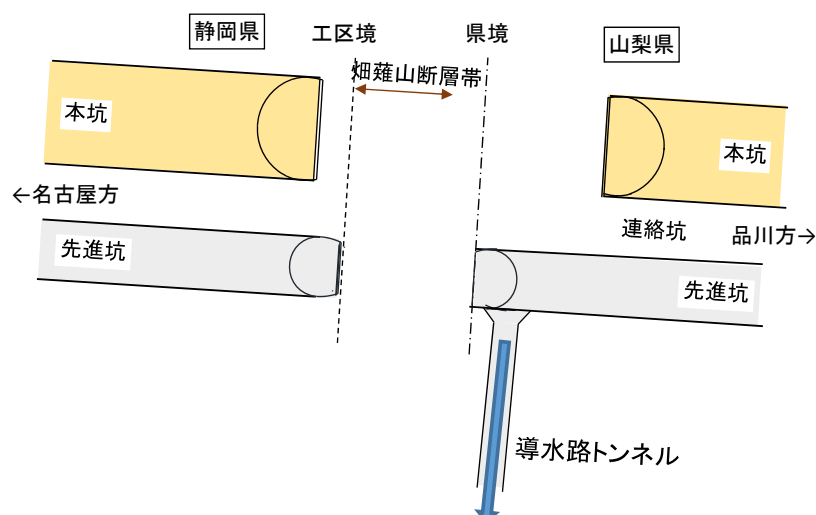
71

「3 全量の戻し方（1）」(見解)

○山梨県境付近のトンネル湧水への対応方法

④県境付近からの導水路トンネルで導水(1)

- ・山梨県側から畑薙山断層帯付近の掘削を開始する前に、山梨県境付近からの導水路トンネル(約20km)を構築し、先進坑の湧水は、導水路トンネルにより大井川(畑薙第一ダム付近)へ自然流下させる案です。



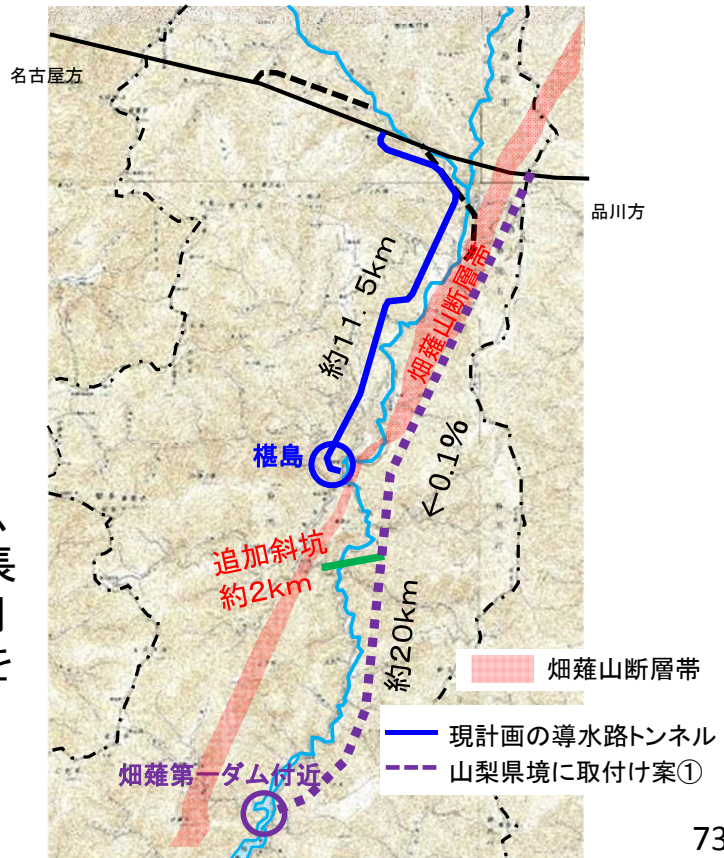
72

「3 全量の戻し方 (1)」(見解)

④ 県境付近からの導水路トンネルで導水(2)

- ・畑薙山断層帯に沿って、最大土被り約1,000mのトンネルを掘削することは、困難です。
- ・さらに、このトンネル自体の湧水により沢水等の減少が生じるほか、発生土が増加します。
- ・トンネル延長が、畑薙第一ダム付近までの約20kmと非常に長くなり、掘削に時間を要し、早期に自然流下により大井川に水を流すことが困難です。

樫島以南は、『日本の活断層』(活断層研究会、1991)を参考に推定記入した。



73

「3 全量の戻し方 (1)」(見解)

④ 県境付近からの導水路トンネルで導水(3)

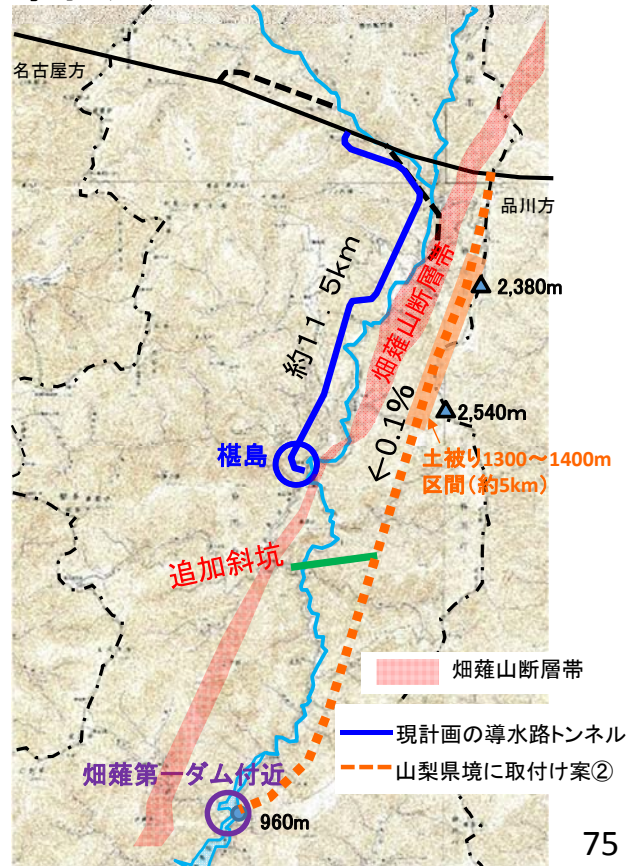
- ・現計画の導水路トンネルは、土被りをできる限り小さくし、地質の良い区間を高速で施工し、早期に導水させることを目的にTBM(トンネルボーリングマシン)による掘削方法を採用しています。
- ・山梨県境付近に導水路トンネルを取り付け、極力土被りを小さくするルート計画とした場合、畑薙山断層帯に沿って長距離(約20km)を連続して掘削することとなり、TBMによる掘削は困難となり、NATMによる掘削とせざるをえません。
- ・畑薙第一ダム付近から片押しで掘削するには延長が長くなるため、途中に斜坑を追加で設ける必要があります。
- ・NATMでは、高速掘削ができないため、途中に斜坑を設けても導水路トンネル完成までに大幅な時間を要します。
- ・そのため、山梨方先進坑が到達するまでに、導水路トンネルによる対応は困難と考えています。

74

「3 全量の戻し方（1）」(見解)

④ 県境付近からの導水路トンネルで導水(4)

- ・静岡県から、畑薙山断層帯と山梨県境との間に断層の影響を受けない隙間があるので、その部分に導水路トンネルを取付けることができるのではないかとご意見がありました。
- ・畑薙山断層帯の影響を小さくするため、山梨県境に沿って導水路トンネルを計画した場合、ルートは山の稜線に近づくことから、土被りが約1,300m～1,400mの区間を約5kmにわたり連続して掘削することになります。これまでにない大きな土被りや国内最大級の土被りで約5kmにわたり導水路トンネルを計画することは、現実的ではないと考えています。
- ・大井川水資源検討委員会において、山梨県境付近から畑薙第一ダム付近に至るルートも含めて複数のルートを検討いただきましたが、榎島付近を出口とする現計画のルートが適切であることを確認しています。



75

「3 全量の戻し方（1）」(見解)

○山梨県境付近のトンネル湧水への対応方法

⑤ 深井戸により揚水(1)

- ・山梨県側から断層帯の掘削を開始する前に、断層帯区間の地上(山の尾根等)から深井戸(最深800m)を掘削し、断層部内の帯水を揚水して送水管により大井川へ自然流下する案です。
- ・予め地下水位を低下させることにより、先進坑掘削時の湧水を低減するというものです。

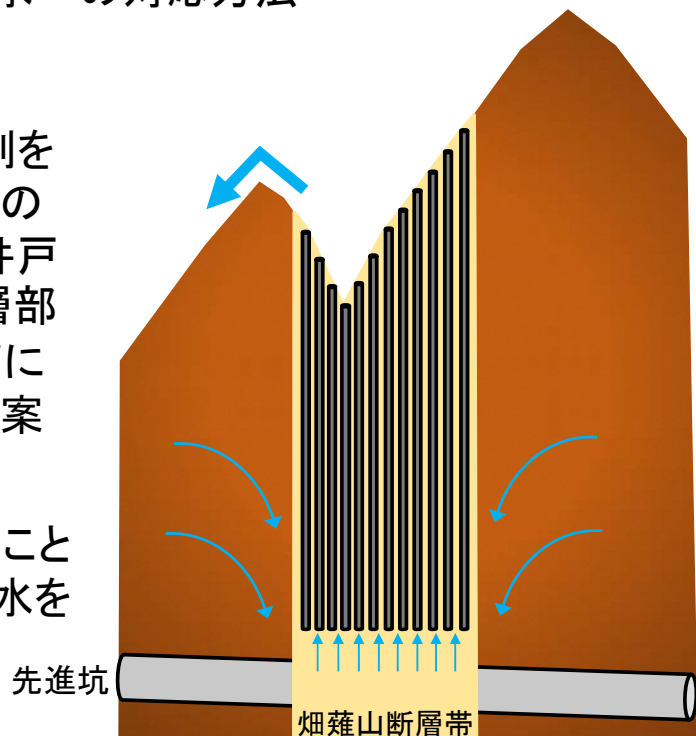


図 深井戸のイメージ

76

「3 全量の戻し方 (1)」(見解)

○山梨県境付近のトンネル湧水への対応方法

⑤深井戸により揚水(2)

- ・複数本の最深約800mの深井戸を、断層帯約0.8~1kmにわたって設置し、畑薙山断層帯の周辺も含め、揚水することは困難です。
- ・山の急斜面において、深井戸の施工機械の配置は困難であり、それを複数本設置することはさらに難易度が増します。
- ・山の急斜面での深井戸の施工機械の配置のため、伐採や造成等が発生することによる環境負荷の増加となります。
- ・そのため、深井戸による揚水は困難です。

77

「3 全量の戻し方 (1)」(見解)

○山梨県境付近のトンネル湧水への対応方法

⑥山梨県側の斜坑口から地上に配管し、ポンプを設置して導水(1)

【広河原斜坑口～伝付峠⇒ポンプアップ】

- ・距離: 約8km、高低差: 約+1300m、必要な釜場数: 30箇所程度、
- ・サイズ: 1箇所あたり9m×5m×2mの規模(平地の場合)、
- ・必要なポンプ数: 30基程度(湧水量を10 m³/分を想定)

【伝付峠～大井川⇒自然流下】

- ・距離: 約2km 高低差: 約-600m



78

「3 全量の戻し方（1）」(見解)

○山梨県境付近のトンネル湧水への対応方法

⑥山梨県側の斜坑口から地上に配管し、ポンプを設置して導水(2)

【登山道沿いに配管し、ポンプを設置する場合】

- ・登山道を使用し人力で施工することは困難であり、釜場の設置のために伐採や造成が必要となり環境負荷が増加します。

【登山道以外に配管し、ポンプを設置する場合】

- ・釜場や配管ルートのほか、それらを施工するための工事用道路の設置により、大規模な伐採や造成が必要となり環境負荷がさらに増大します。

そのため、山梨県側の斜坑口から地上に配管し、ポンプを設置して導水することは現実的ではないと考えています。



写真 山梨県側～伝付峠までの登山道(1)

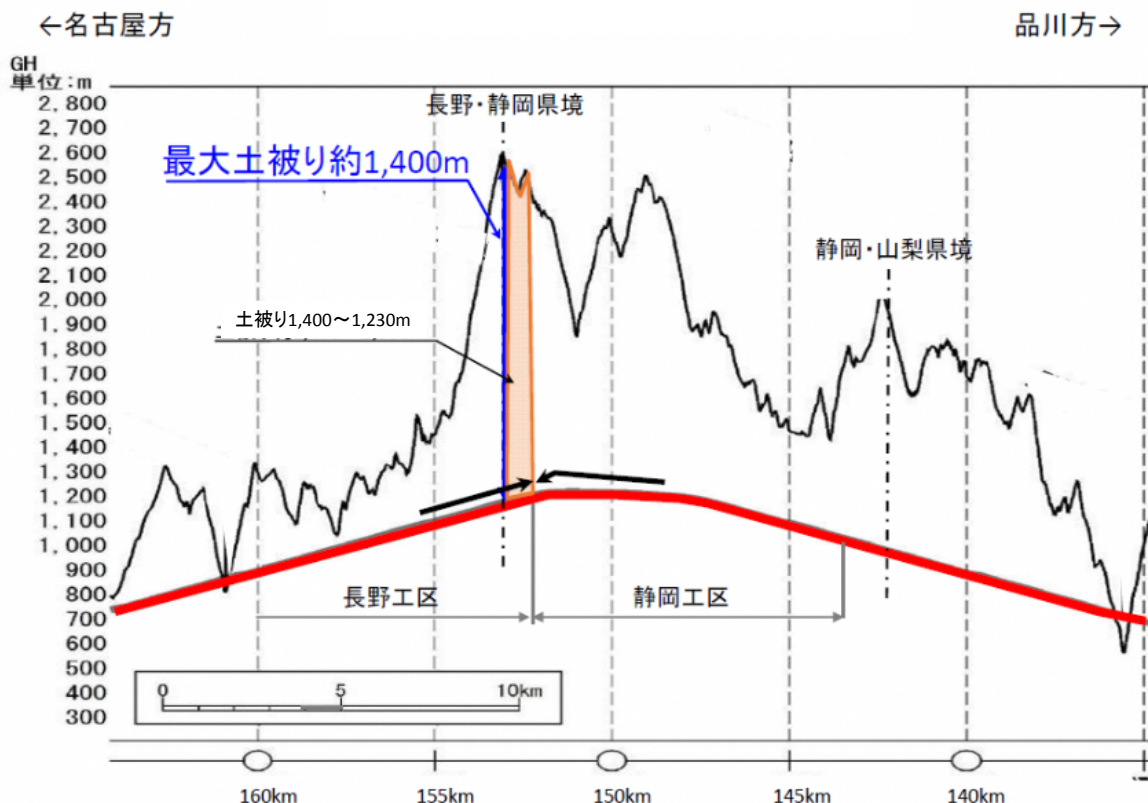


写真 山梨県側～伝付峠までの登山道(2)

79

「3 全量の戻し方（1）」(見解)

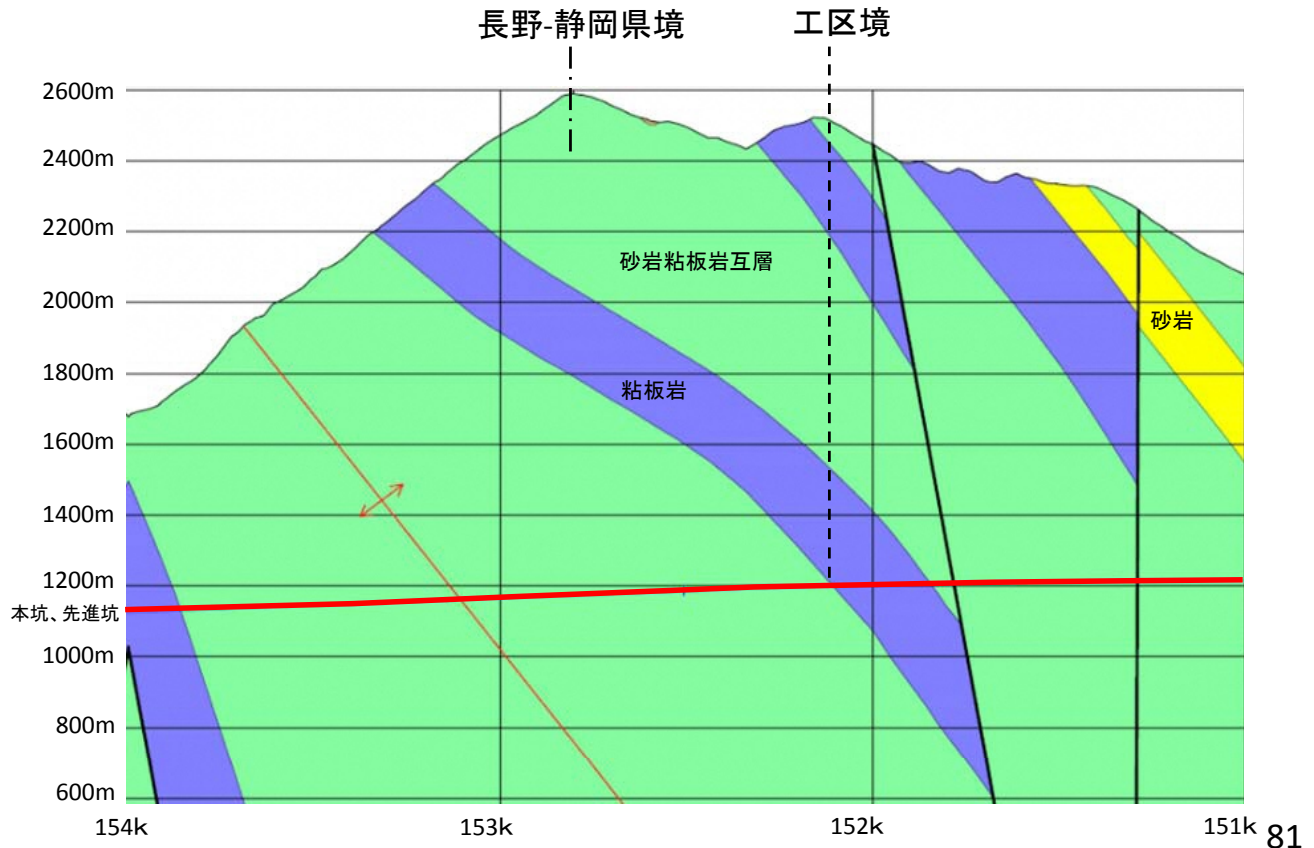
○南アルプストンネルの縦断図



80

「3 全量の戻し方（1）」(見解)

○長野県境付近の地質縦断図



「3 全量の戻し方（1）」(見解)

○長野県境付近の工区設定

- ・南アルプストンネルは、静岡県と長野県の県境付近で土被りが1,400mに達し、国内トンネルでは最大となり、前例の無い施工となります。
- ・このような長野県との県境付近の工区境については、慎重に施工を進めるために、一般的に土被りが大きい箇所には工区境を設定することはトンネル工学上避けるべき※とされていることから、県境付近の最大土被りを避けることとし、また、連続する地質の切れ目に設定することとしました。

※トンネル工学上、土被りが大きい箇所を避けるべき理由

- ・トンネル掘削後、周辺の土圧が安定した状態から、隣接工区のトンネルが近接すると、トンネル断面に再び大きな土圧が作用し、大きな変形が生じるリスクがあります。

「3 全量の戻し方（1）」(見解)

○長野県境付近の工区境設定の比較

工区境の設定	評価				県外流出
	安全性	経済性	工期	適否	
県境から約0.7km静岡県内に入った箇所に工区境を設定 ・最大土被り1400mが工区境とならない	○	○	○	適	有※
県境にて工区境を設定 ・最大土被り1400mが工区境となる	△	△	△	否	無

※先進坑貫通までの間、トンネル湧水が県外に流出

- ・最大土被り1400mとなる長野県境付近に工区境を設定することは避けるべきと考えます。
- ・また、トンネル湧水の対応方法についても、山梨県境付近の対応方法と同様の評価になると考えており、「先進坑貫通後に揚水する方法」が現実的であると考えています。

83

「3 全量の戻し方（2）」

事項の内容

(2) トンネル湧水を上限3m³/秒、50ℓ/10m・秒に管理できるということは、突発湧水を適切に管理できることを意味する。そうであれば、下り勾配で掘ることは可能と考えるが、それについての見解

トンネル湧水の処理等における静岡県等の疑問・懸念事項
(令和元年10月4日 環境保全連絡会議専門部会委員等意見交換会 配布資料より抜粋)

＜静岡県等が疑問に思っていること＞

- ・「3m³/秒を上限にリスク管理を行うことは、技術的に可能」としながら、一方で「水没するリスクがあり、安全性に問題がある」というのは矛盾していると考えます。

84

「3 全量の戻し方 (2)」(見解)

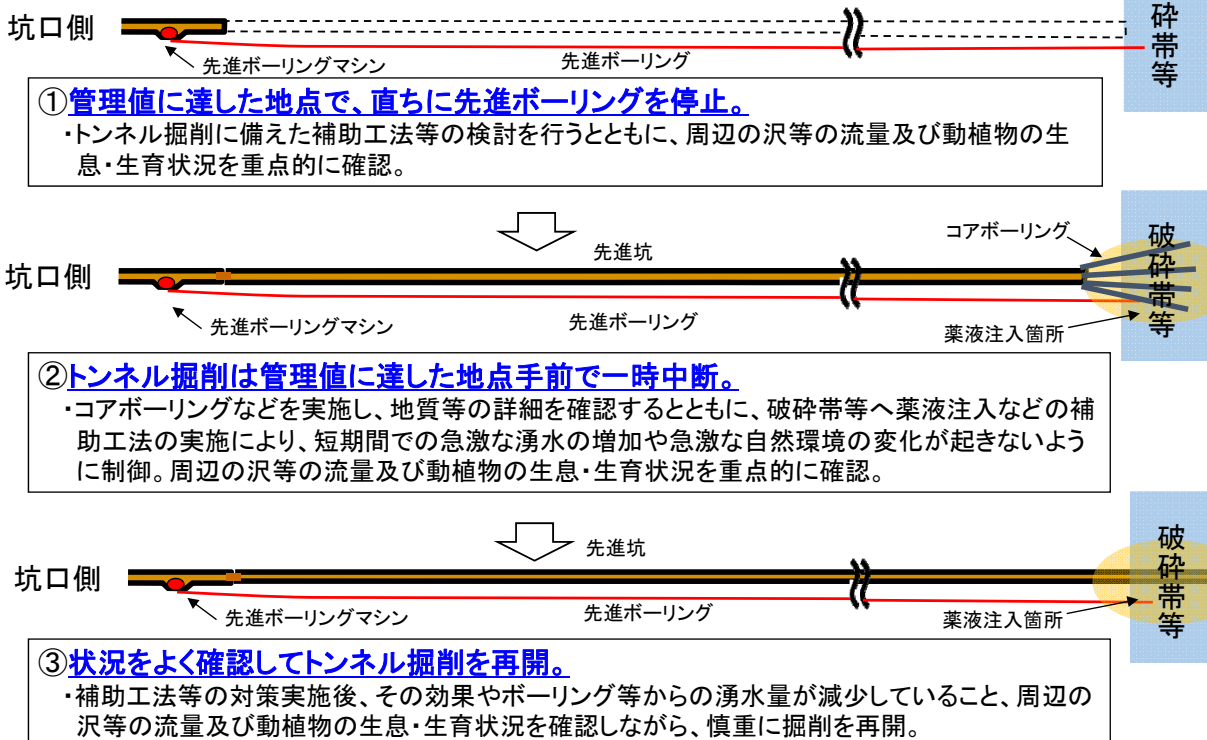
〇リスク管理について(1)

- ・トンネル湧水量の上限 $3\text{m}^3/\text{秒}$ は、水収支解析による予測結果等を踏まえ、静岡県内のトンネル全体(非常口、先進坑、本坑)の湧水量の上限値として設定したものです。後述する先進ボーリングによるリスク管理を適切に行うことにより、全体湧水量をこの管理値以下にすることが可能と考えています。
- ・先進ボーリング孔からの湧水量 10m あたり $50\text{L}/\text{秒}$ の管理値は、先進ボーリングによるリスク管理のために設定したものです。湧水量が管理値に達した場合には、次頁に示すようなリスク管理を行い、慎重に工事を進めていきます。

85

「3 全量の戻し方 (2)」(見解)

(参考) 先進ボーリング湧水量を用いたリスク管理



本坑は、先進坑における補助工法の効果を踏まえて掘削

86

「3 全量の戻し方 (2)」(見解)

○リスク管理について(2)

- ・前述のように慎重に施工を進めても、畑薙山断層帯での大規模な突発湧水の発生は、完全に回避できるものではないと考えています。薬液注入の範囲は十分な効果が得られるよう設計しますが、見えない地山の中への注入であるため、丁寧に注入を進めても突発湧水が生じるリスクが残るからであり、青函トンネルにおいても注入しながらの掘削でしたが、断層において出水が発生しています。
- ・畑薙山断層帯で大規模な突発湧水が発生する可能性は小さいものの、排除することはできず、下り勾配(突込み)での施工は水没のリスクがあるため、作業員の安全確保の観点から避ける必要があります。
- ・なお、畑薙山断層帯掘削直前のトンネル全体の湧水量は吹付コンクリート、防水シート、覆工コンクリートを施工しない条件で約 $1.2\text{m}^3/\text{秒}$ になると想定しています。過去のトンネル掘削における大規模な突発湧水の事例を参考に、仮に畑薙山断層帯掘削時に最大 $1\text{m}^3/\text{秒}$ 程度の大規模な突発湧水の発生を想定したとしても、トンネル全体(非常口、先進坑、本坑)の湧水量は $3\text{m}^3/\text{秒}$ 以内で管理できると考えています。

87

「3 全量の戻し方」

事項の内容

(3)「畑薙山断層と平行して導水路トンネルなど送排水管路を作ることが地質・湧水の点で不適切」であるとしていることについて、その根拠(地質データ等を用いた説明)

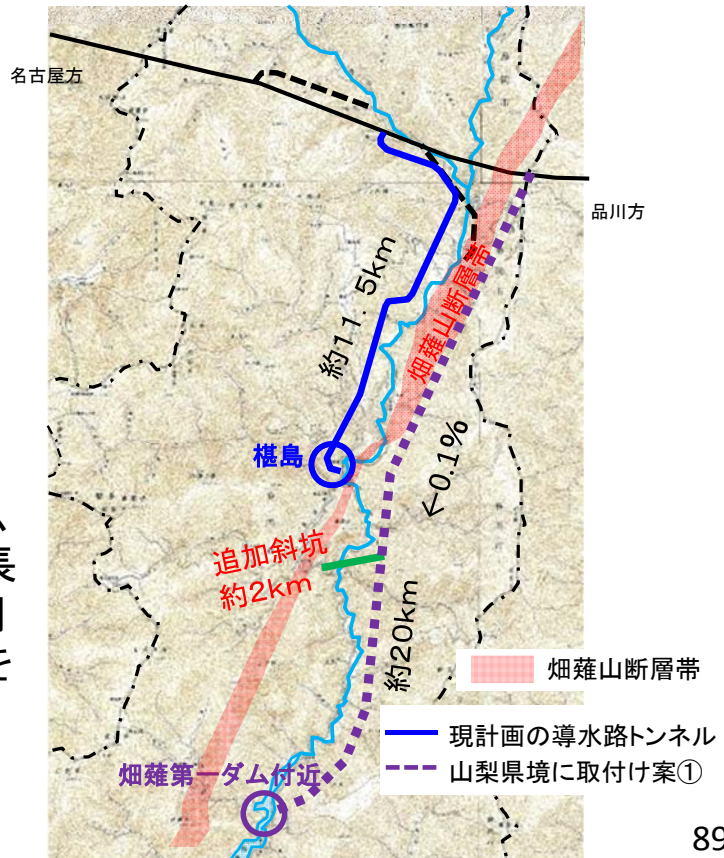
88

「3 全量の戻し方 (3)」(見解)

○山梨県境付近からの導水路トンネルで導水(1)

- ・畑薙山断層帯に沿って、最大土被り約1,000mのトンネルを掘削することは、困難です。
- ・さらに、このトンネル自体の湧水により沢水等の減少が生じるほか、発生土が増加します。
- ・トンネル延長が、畑薙第一ダム付近までの約20kmと非常に長くなり、掘削に時間を要し、早期に自然流下により大井川に水を流すことが困難です。

樫島以南は、『日本の活断層』(活断層研究会、1991)を参考に推定記入した。



89

「3 全量の戻し方 (3)」(見解)

○山梨県境付近からの導水路トンネルで導水(2)

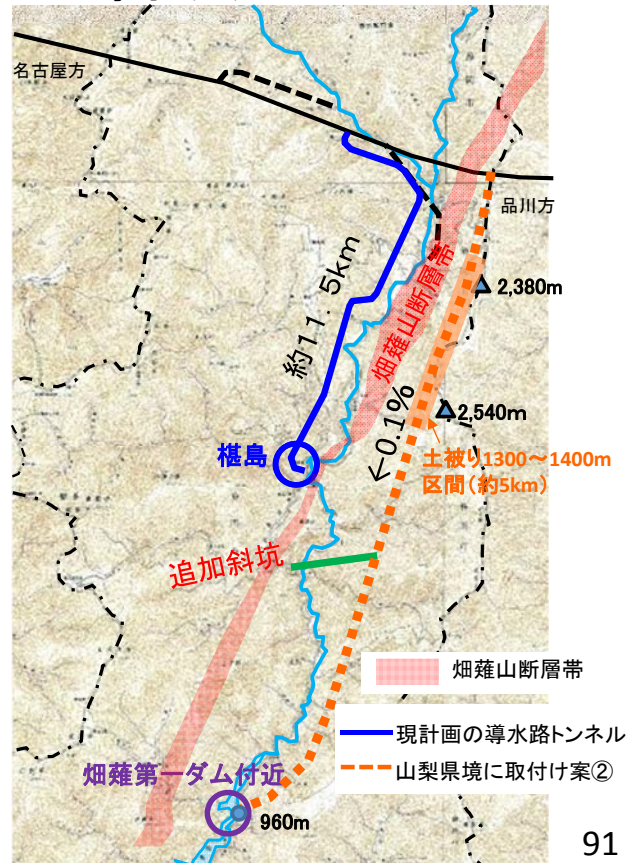
- ・現計画の導水路トンネルは、土被りをできる限り小さくし、地質の良い区間を高速で施工し、早期に導水させることを目的にTBM(トンネルボーリングマシン)による掘削方法を採用しています。
- ・山梨県境付近に導水路トンネルを取り付け、極力土被りを小さくするルート計画とした場合、畑薙山断層帯に沿って長距離(約20km)を連続して掘削することとなり、TBMによる掘削は困難となり、NATMによる掘削とせざるをえません。
- ・畑薙第一ダム付近から片押しで掘削するには延長が長くなるため、途中に斜坑を追加で設ける必要があります。
- ・NATMでは、高速掘削ができないため、途中に斜坑を設けても導水路トンネル完成までに大幅な時間を要します。
- ・そのため、山梨方先進坑が到達するまでに、導水路トンネルによる対応は困難と考えています。

90

「3 全量の戻し方 (3)」(見解)

○山梨県境付近からの導水路トンネルで導水(3)

- ・静岡県から、畑薙山断層帯と山梨県境との間に断層の影響を受けない隙間があるので、その部分に導水路トンネルを取付けることができるのではないかとご意見がありました。
- ・畑薙山断層帯の影響を小さくするため、山梨県境に沿って導水路トンネルを計画した場合、ルートは山の稜線に近づくことから、土被りが約1,300m～1,400mの区間を約5kmにわたり連続して掘削することになります。これまでにない大きな土被りや国内最大級の土被りで約5kmにわたり導水路トンネルを計画することは、現実的ではないと考えています。
- ・大井川水資源検討委員会において、山梨県境付近から畑薙第一ダム付近に至るルートも含めて複数のルートを検討いただきましたが、榎島付近を出口とする現計画のルートが適切であることを確認しています。



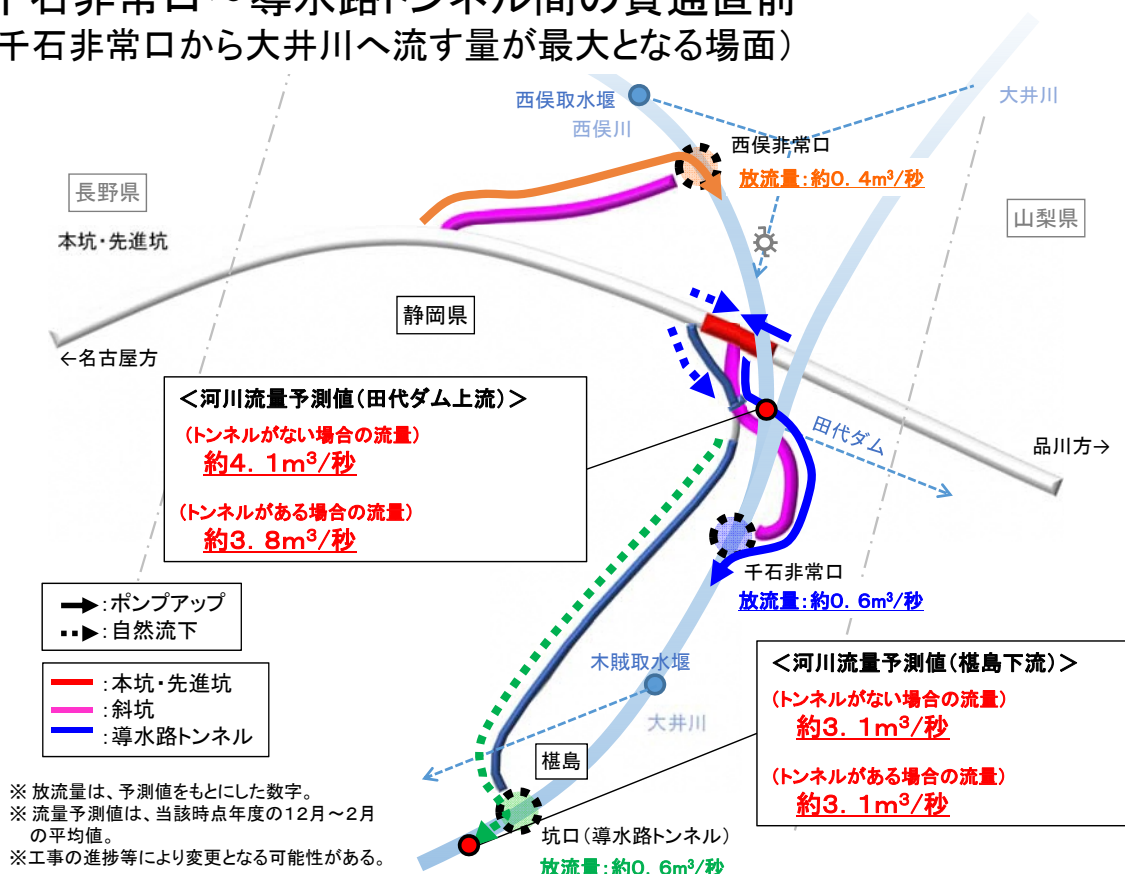
「3 全量の戻し方」

事項の内容

(4) 河川流量や流量回復の具体的方法(元の河川流量、減少量、回復量)を図とともに文章でわかりやすく説明。特に田代ダムの上流部への戻し方についての、わかりやすい説明(これによって、どの部分でどの程度流量が減り、それをどのように回復しようとしているのか(想定)がわかるもの)。その上で、戻し方の妥当性を確認

「3 全量の戻し方 (4)」(見解)

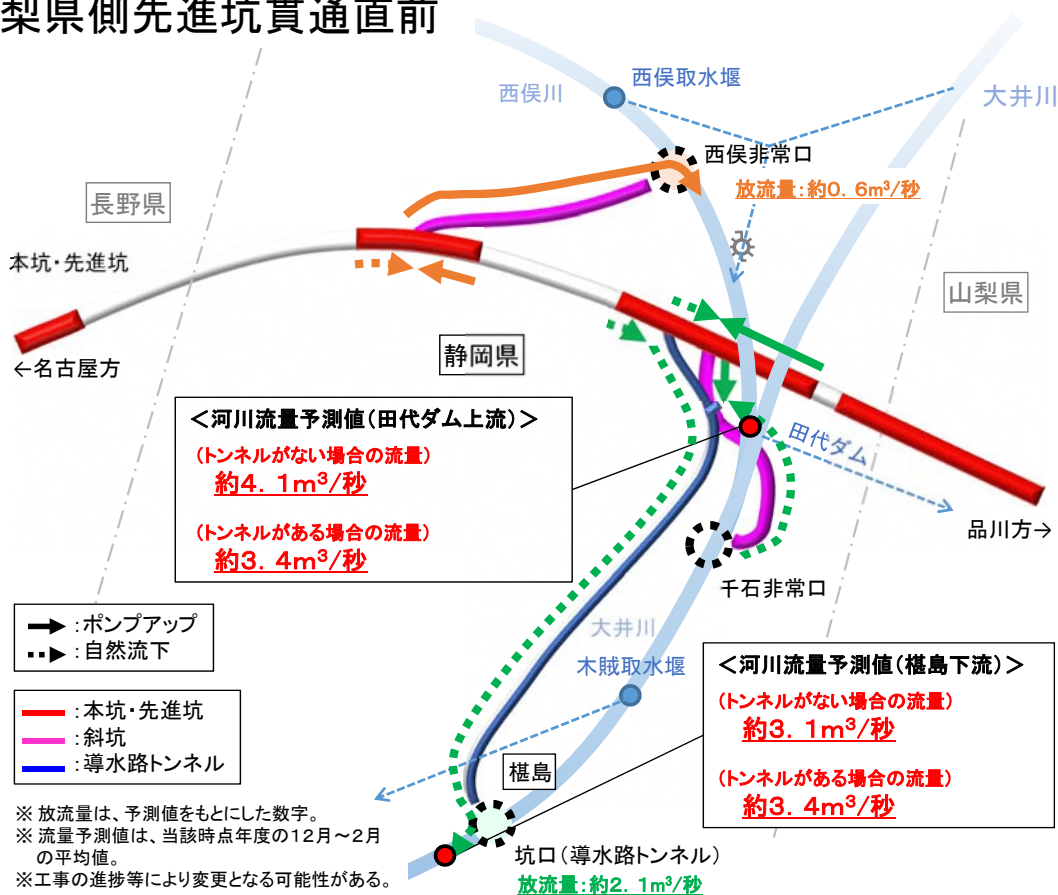
1. 千石非常口～導水路トンネル間の貫通直前 (千石非常口から大井川へ流す量が最大となる場面)



93

「3 全量の戻し方 (4)」(見解)

2. 山梨県側先進坑貫通直前



94

「3 全量の戻し方 (4)」(見解)

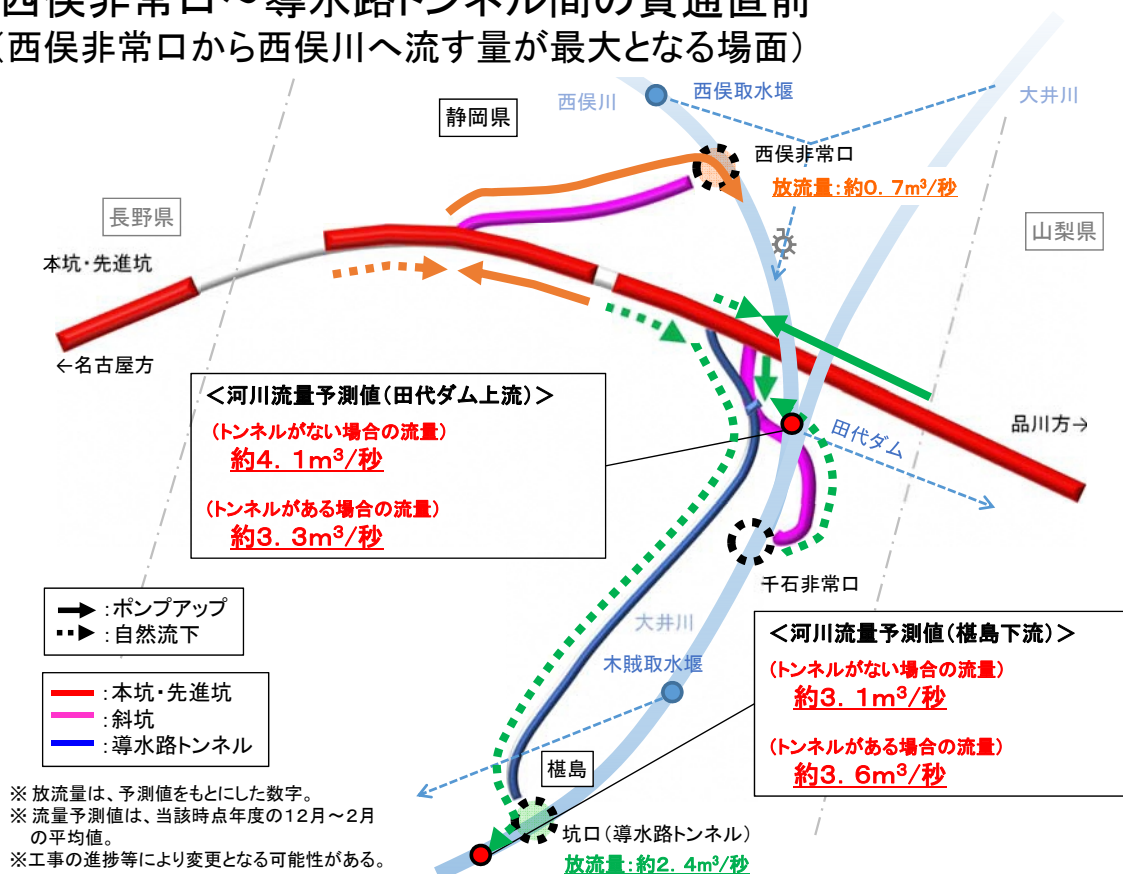
2. 山梨県側先進坑貫通直前(前頁の図の説明)

- ・田代ダム上流地点における流量について、トンネルがない状態では約 $4.1\text{m}^3/\text{秒}$ と予測しています。トンネルがある状態では、流量が約 $1.3\text{m}^3/\text{秒}$ 減少して約 $2.8\text{m}^3/\text{秒}$ となりますが、西俣非常口から湧水を約 $0.6\text{m}^3/\text{秒}$ 流すので、約 $3.4\text{m}^3/\text{秒}$ となります。
- ・榎島の導水路トンネル坑口より下流地点における流量について、トンネルがない状態では約 $3.1\text{m}^3/\text{秒}$ と予測しています。トンネルがある状態においては、導水路トンネル坑口より上流地点では、流量が約 $1.8\text{m}^3/\text{秒}$ 減少して約 $1.3\text{m}^3/\text{秒}$ となりますが、同坑口の下流地点では、導水路トンネルからの放流量約 $2.1\text{m}^3/\text{秒}$ を足し合わせ、約 $3.4\text{m}^3/\text{秒}$ となります。

95

「3 全量の戻し方 (4)」(見解)

3. 西俣非常口～導水路トンネル間の貫通直前 (西俣非常口から西俣川へ流す量が最大となる場面)

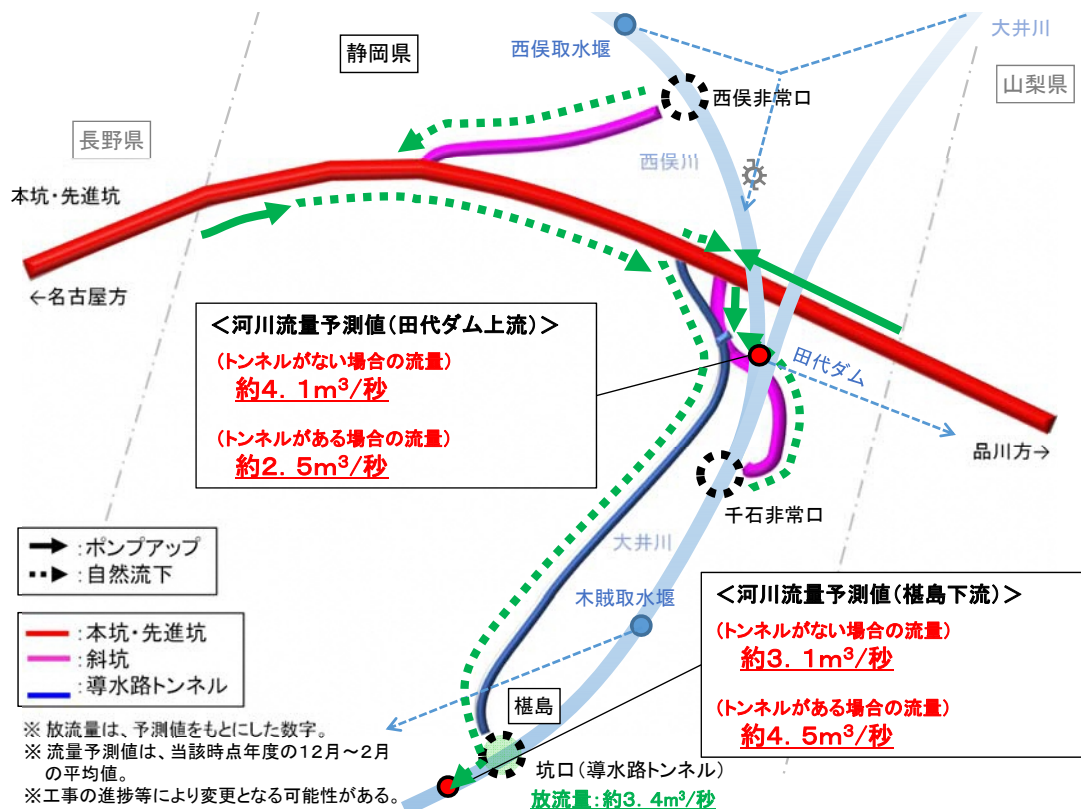


96

「3 全量の戻し方（4）」(見解)

4. トンネル掘削完了時点

(榎島の導水路トンネル坑口から大井川へ流す量が最大となる場面)



97

「3 全量の戻し方（4）」(見解)

4. トンネル掘削完了時点

(榎島の導水路トンネル坑口から大井川へ流す量が最大となる場面)

(前頁の図の説明)

- ・田代ダム上流地点における流量について、トンネルがない状態では約4.1m³/秒と予測しています。トンネルがある状態では、流量が約1.6m³/秒減少して約2.5m³/秒となります。
- ・榎島の導水路トンネル坑口より下流地点における流量について、トンネルがない状態での約3.1m³/秒と予測しています。トンネルがある状態においては、導水路トンネル坑口より上流地点では、流量が約2.0m³/秒減少して約1.1m³/秒となりますが、同坑口の下流地点では、導水路トンネルからの放流量約3.4m³/秒を足し合わせ、約4.5m³/秒となります。

98

「3 全量の戻し方 (4)」(見解)

5. トンネル掘削完了後恒常時



99

「3 全量の戻し方 (4)」(見解)

○トンネル湧水の流し方、河川流量の予測結果(まとめ)

- ・工事中、導水路トンネルが使用できるまでは、トンネル湧水は、西俣非常口からは西俣川へ、千石非常口からは大井川へ流し、導水路トンネルの使用が可能になった段階より、同トンネルへの接続が可能になった範囲のトンネル湧水は、導水路トンネルを通じて大井川へ流します。
- ・工事完了後は、静岡県内に湧出するトンネル湧水の全量を導水路トンネルに集約し大井川に流します。
- ・これらの流し方により、工事中の全期間及び工事完了後において、水収支解析によれば、トンネルがある場合の河川流量は、トンネルがない場合の河川流量に比べて、榎島下流地点では増加するという予測結果となります。
- ・なお、トンネル湧水は、岩盤中の地下水も湧出するため、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、井川ダムと畑薙第一ダムは、平常時で満水になることはない聞いていますが、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。

100

「3 全量の戻し方（4）」（見解）

○大井川中下流域の水資源利用への影響について(1)

- ・静岡県からは、「上流域と中下流域の地下水は繋がっていて、中下流域で湧出するはずの地下水を、榎島付近の坑口（導水路トンネル）から大井川へ流しているだけであるため、中下流域の水資源利用に影響を及ぼすことはないと言い切れないのではないか」とのご意見を頂いています。
- ・既往の文献によると、大井川下流域近傍の地下水は大井川表流水由来である可能性が高いと考えられる、とされており、上流域の地下深くの地下水がそのまま地下を流れて下流域の地下水を涵養しているという内容は見当たりません。

101

「3 全量の戻し方（4）」（見解）

○大井川中下流域の水資源利用への影響について(2)

- ・また、地下水を専門とする公的機関、専門家に依頼し、公開情報を使って、大井川上流域から河口にいたる範囲の地質モデル（下図）を作成しました。公的機関、専門家からは、

「当該地は付加体と呼ばれる地質構造であり、鉛直方向の連続性が卓越していることから、上流域の帯水層が中下流域まで伸張していることは考えづらく、地下水の連続性は保持されないと考えられる。」

「しかしながら、上流域の地下水は地表などに湧出して下流域を涵養している可能性があるため、同位体組成などを確認して上流域の地下水の寄与を評価すべきである。」

との評価を頂いています。

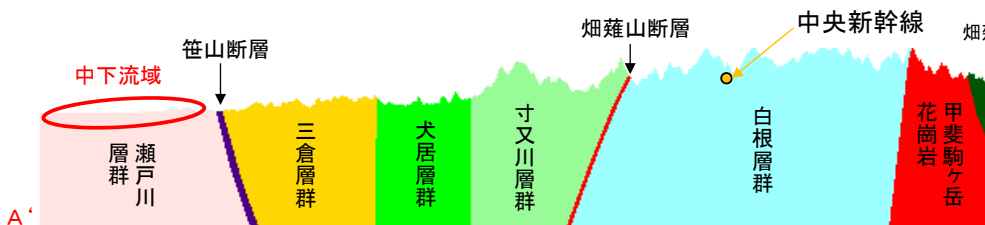


図 大井川地質モデル切断面図

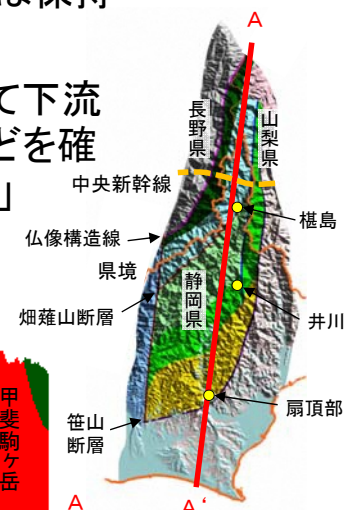


図 切断面位置

102

「3 全量の戻し方 (4)」(見解)

○大井川中下流域の水資源利用への影響について(3)

・したがって、鉛直方向の地層の連続性が卓越しており、上流域の地下水は、上流域の断層により表層へ湧出することはあっても、中下流域にまで、直接地下水として連続して流動しているとは考えにくいといえます。

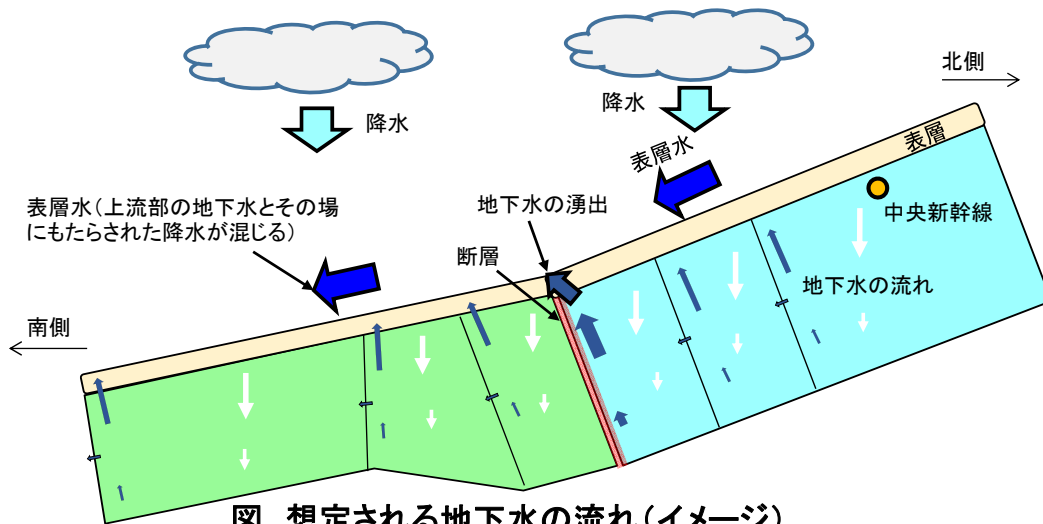


図 想定される地下水の流れ(イメージ)

・今後、さらに大井川全域の地下水の成分分析(酸素・水素安定同位体、不活性ガス、溶存イオン等)を実施し、各流域の地下水の起源となる降水の標高や地下水の年代等(どこから、どれだけの時間をかけて流れて来ているか)について推定していきます。

103

「3 全量の戻し方 (4)」(見解)

(参考)赤石山地の地下水に関する文献

「静岡県の地下水」(建設省中部地方整備局静岡河川工事事務所静岡河川セミナー(1992年3月)、土隆一(静岡大学名誉教授))によると、以下のとおり報告されています。

「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があります。(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は涵養されないということになります。そういうわけで、赤石山地でもなかなか地下水は得にくいけれども川の水は大量にある。なぜならば雨が大量に降るからということです。」

この文献から見ても、大井川上流域から中下流域まで地下水の流れの連続性が保持されているとは考えにくいといえます。

104

「3 全量の戻し方 (4)」(見解)

(参考)大井川扇状地の地下水水収支シミュレーション

- ・「平成27年度 中部地域地下水賦存量調査」(静岡県環境局水利用課、平成29年1月)では、地下水の実態を明らかにするため、平成25年度～27年度に、基礎データの収集・整理、需要予測、水収支シミュレーション、利用可能量算定の調査を実施しており、大井川地域では中下流域の扇状地が検討範囲に設定されています。
- ・扇状地での地下水は、検討範囲内において、降水や灌漑水が河川や地表面から流入・涵養されることを想定しており、上流域からの地下水の流動は考慮されていません。

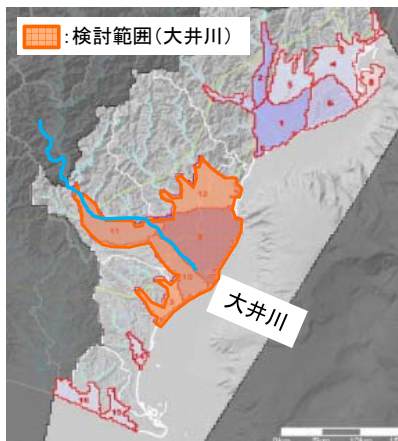


図 検討範囲

※「平成27年度 中部地域地下水賦存量調査」より(一部加筆)

平成27年度 中部地域地下水賦存量調査 結果概要

・本書は、平成27年度末に終了した静岡県中部地域における地下水賦存量調査結果のポイントを簡潔に取りまとめたものです。
 ・地下水賦存量調査は、地下水の実態を明らかにするため、平成25年度から27年度にかけて実施しています。

<調査スケジュール>

地域	平成25年度	平成26年度	平成27年度
東部	基礎データの収集・整理、需要予測	水収支シミュレーション、利用可能量算定	
中部		基礎データの収集・整理、需要予測	水収支シミュレーション、利用可能量算定
西部			

・静岡県では、本調査結果を基に、地域の実情に応じた地下水管理のあり方を検討していきます。

【本書についてのお問い合わせは】
 <R> 建設部環境高水利用課
 電話 054-221-2239, 2256

<目次>

1 調査の目的	1
2 中部地域の調査内容	3
(1) 調査地域	3
(2) 調査内容(手順)	4
3 地下水賦存量の採算手続	5
(1) 手続方法	5
(2) 有効開発計画等の審査	6
(3) 手続結果	7
4 水収支解析モデルの作成	8
5 利用可能量の検討	9
(1) 利用可能量の検討・算定方法	9
(2) 利用可能量の算定結果	15
6 予測解析	15
(1) 予測条件	18
(2) ケース設定	17
(3) 予測解析の結果	18
7 総合水収支	25
(参考)静岡県地下水の採取に関する条例	28

「平成27年度 中部地域地下水賦存量調査」表紙

「3 全量の戻し方」

事項の内容

(5) 河川の流量予測では、トンネル湧水による河川の減水量が季節ごとに変化するとしているが、その根拠

「3 全量の戻し方 (5)」(見解)

○河川流量の予測結果(西俣)

	工事着手前の流量 (m ³ /秒)	完成後の流量 (m ³ /秒)	河川流量の減少量 (m ³ /秒)
年平均	3.56	2.49	△ 1.07
渇水期(12月～2月)	1.05	0.12	△ 0.93
豊水期(7月～9月)	5.67	4.44	△ 1.23

※「工事着手前の流量」は、モデル上にトンネルを設置しない状態での計算流量を表す。
 ※トンネル湧水量は、年間を通じて概ね一定である。

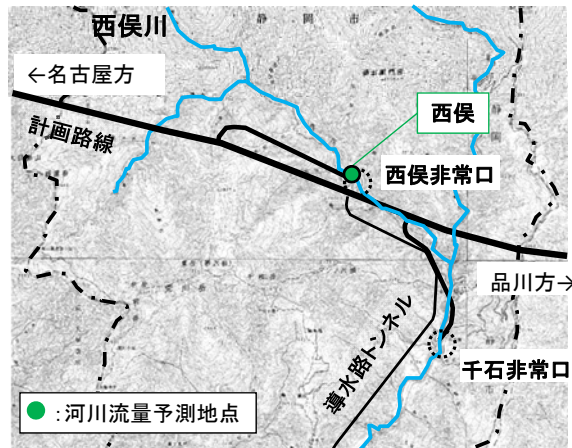
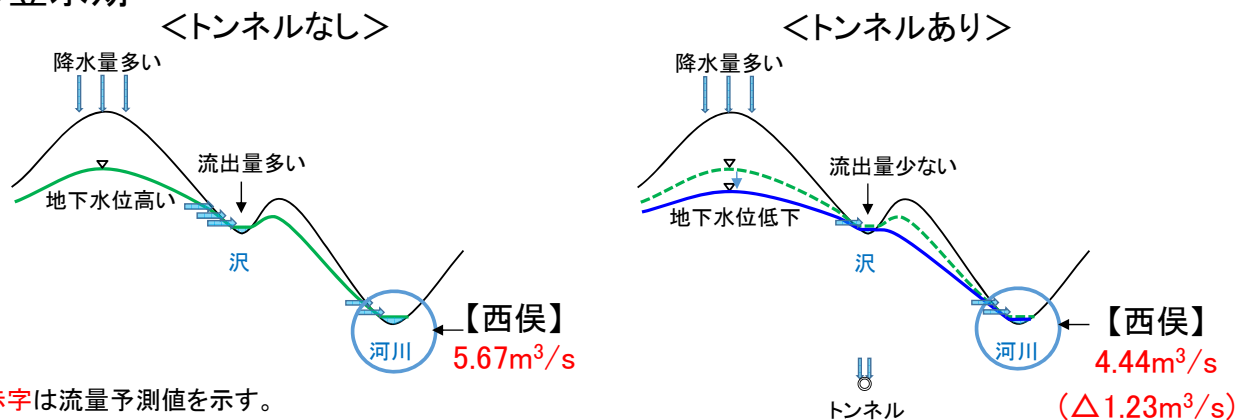


図 河川流量の予測地点(西俣)

「3 全量の戻し方 (5)」(見解)

- ・水収支解析では、トンネル内に流入する湧水により、周辺山体の地下水位が低下し、地下水から沢や河川への流出量が減少することをモデル化しています。

○豊水期



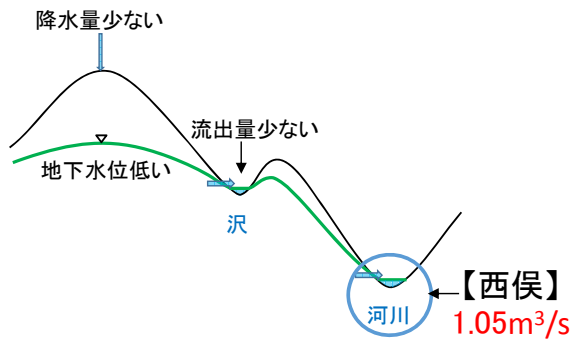
※赤字は流量予測値を示す。

- ・豊水期は降水量が多く、地下水位が高いため、地下水から沢や河川への流出量が多くなります。
- ・トンネル掘削により湧水が生じ(※湧水量は年間を通じて概ね一定)、地下水位が低下することで、沢への流出量は大きく減少し、河川流量の減少量が大きくなります。

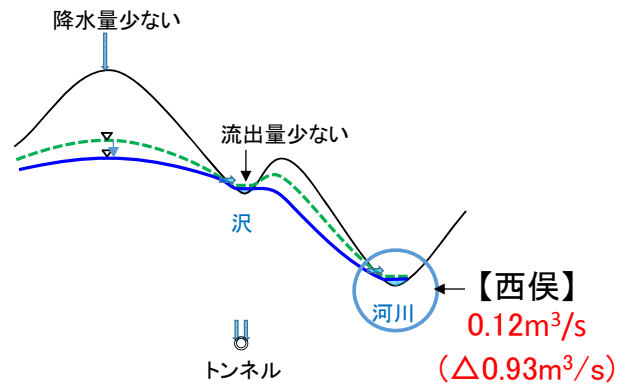
「3 全量の戻し方 (5)」(見解)

○ 渇水期

<トンネルなし>



<トンネルあり>



※赤字は流量予測値を示す。

- ・ 渇水期は降水量が少なく、地下水水位が低いため、地下水から沢や河川への流出量は少なくなります。
- ・ トンネル掘削により、湧水が生じ(※湧水量は年間を通じて概ね一定)、沢への流出量は減少しますが、豊水期よりも地下水水位がもともと低いことから、さらに地下水水位が低下しても、沢への流出量の減少は豊水期よりも小さくなり、河川流量の減少量が小さくなります。

109

「4 突発湧水対応」

事項の内容

- (1) 先進坑の切羽での地質観察を誰がどのように評価するのか (地質の専門家を常駐させる予定の有無も含む)

110

「4 突発湧水対応（1）」(見解)

○切羽での地質観察等

- ・切羽での地質観察は、当社社員をはじめ、工事請負者やトンネル専門業者の地質やトンネル掘削の分野に関して実務経験があり、十分な知識を有する技術者(地質の専門家)を選任し、常駐して観察を行います。
- ・切羽の観察結果は、地質観察記録簿へ1日1回を基本に記録します。
- ・地質観察記録簿には、切羽のスケッチや写真情報のほか、地質の状況や地層の走行傾斜、割れ目の間隔や密着状態、湧水状況、岩石の硬さ等、項目ごとに確認し、評価していきます。
- ・切羽での地質観察と先進ボーリングの結果をもとに、今後のトンネル掘削予定箇所における地質等の状況を類推し、トンネル支保工の設計や補助工法について、担当技術者で確認し、施工に反映していきます。

111

「4 突発湧水対応（1）」(見解)

- ・切羽の観察のほか、コアボーリングの実施などにより、地質や湧水量の変化など特異な状況が考えられる際は、現地に配備しているテレビ会議システムやインターネット等を活用して、リアルタイムにその他の地質の専門家やトンネルの専門家に地質観察簿や写真情報等を確認頂くとともに、必要によりその専門家に現地の地質等を確認頂いて、必要な助言を行うなど、トンネル掘削を万全に行えるよう、サポート体制を構築します。

112