

「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

I 地質構造・水資源専門部会編

令和2年4月27日

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)

2

「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。

3

「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はあっても、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。

4

「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

5

「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。

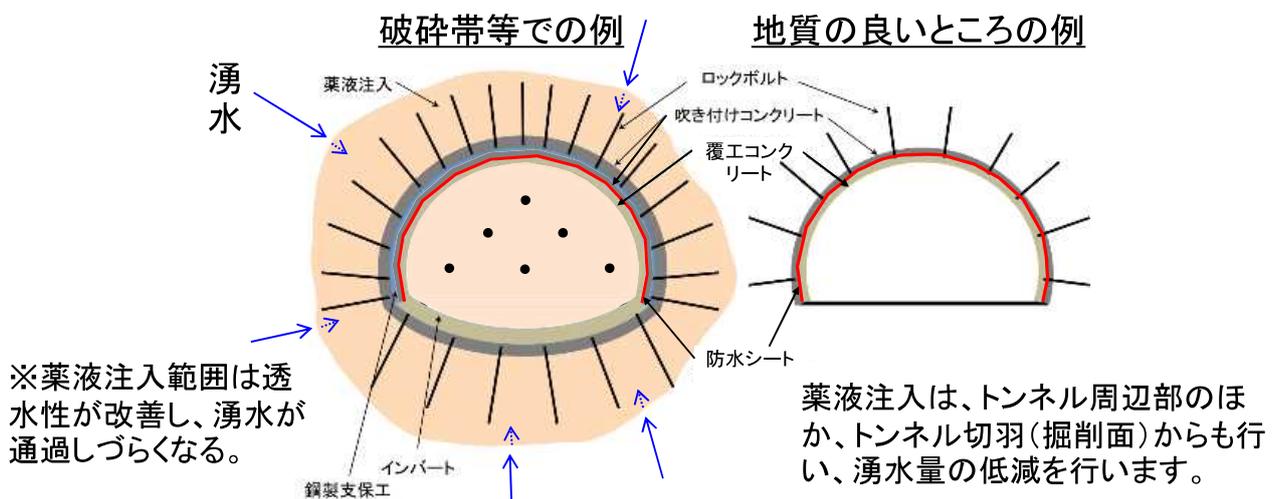
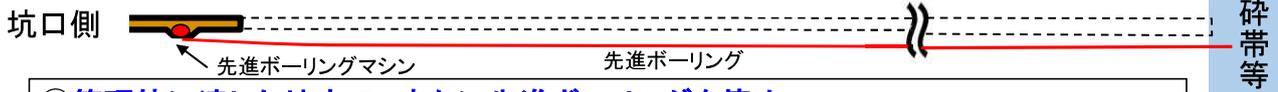


図 トンネルにおける湧水量低減対策(イメージ)

6

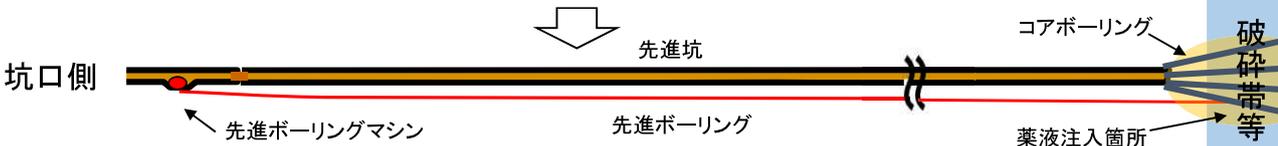
「1 リスク管理に関する基本的考え方 (2)、(3)」(見解)

(参考) 先進ボーリング湧水量を用いたリスク管理



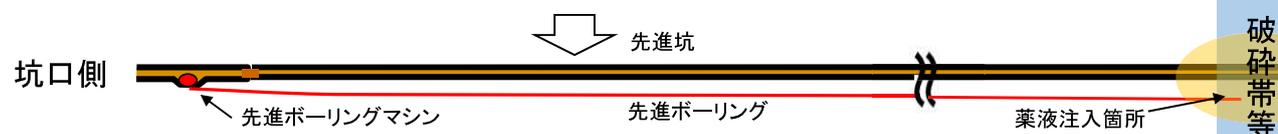
① 管理値に達した地点で、直ちに先進ボーリングを停止。

- ・トンネル掘削に備えた補助工法等の検討を行うとともに、周辺の沢等の流量及び動植物の生息・生育状況を重点的に確認。



② トンネル掘削は管理値に達した地点手前で一時中断。

- ・コアボーリングなどを実施し、地質等の詳細を確認するとともに、破碎帯等へ薬液注入などの補助工法の実施により、短期間で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。周辺の沢等の流量及び動植物の生息・生育状況を重点的に確認。



③ 状況をよく確認してトンネル掘削を再開。

- ・補助工法等の対策実施後、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、周辺の沢等の流量及び動植物の生息・生育状況を確認しながら、慎重に掘削を再開。

本坑は、先進坑における補助工法の効果を踏まえて掘削

「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)

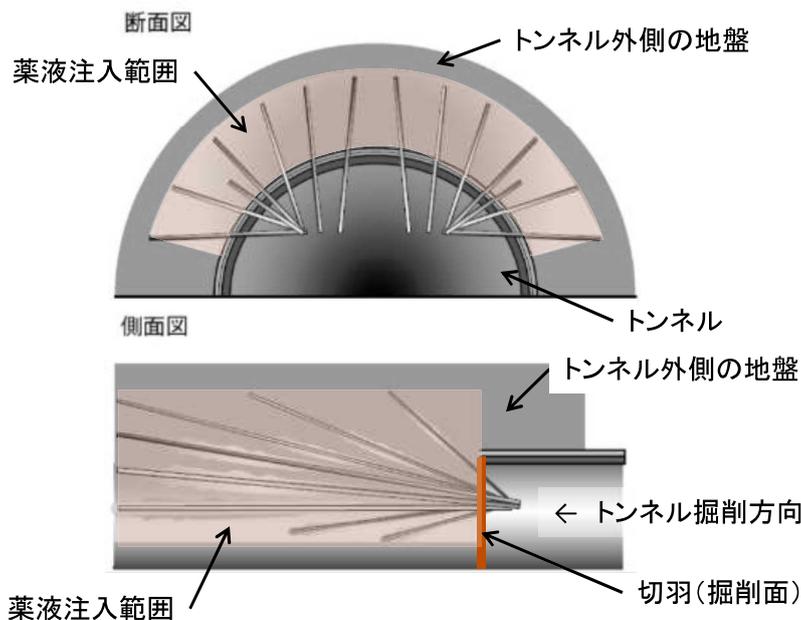


図 薬液注入の施工イメージ



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。

「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。

9

「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

「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。

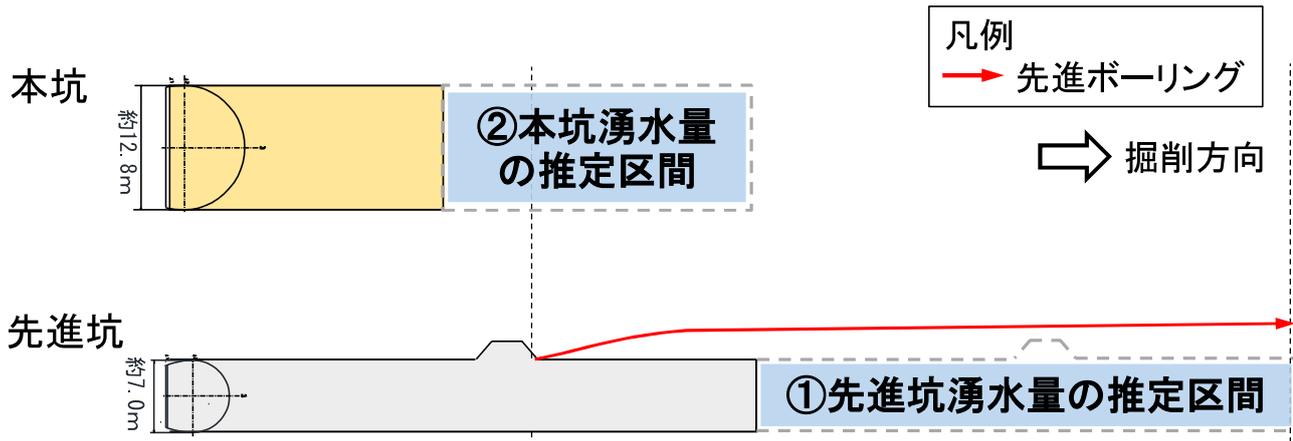


図 トンネル湧水量の推定

「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（ $3\text{m}^3/\text{秒}$ ）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。

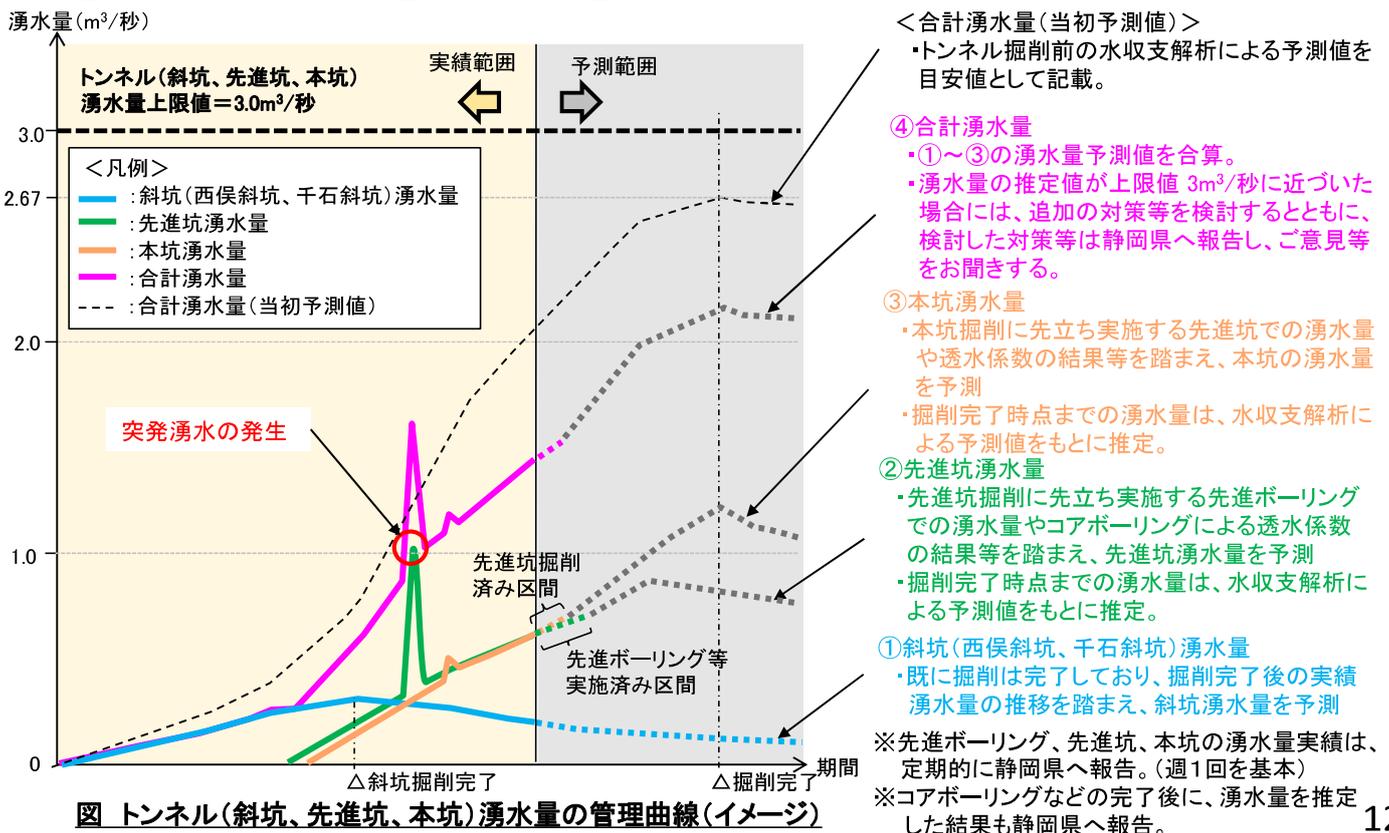


図 トンネル（斜坑、先進坑、本坑）湧水量の管理曲線（イメージ）

「1 リスク管理に関する基本的考え方」

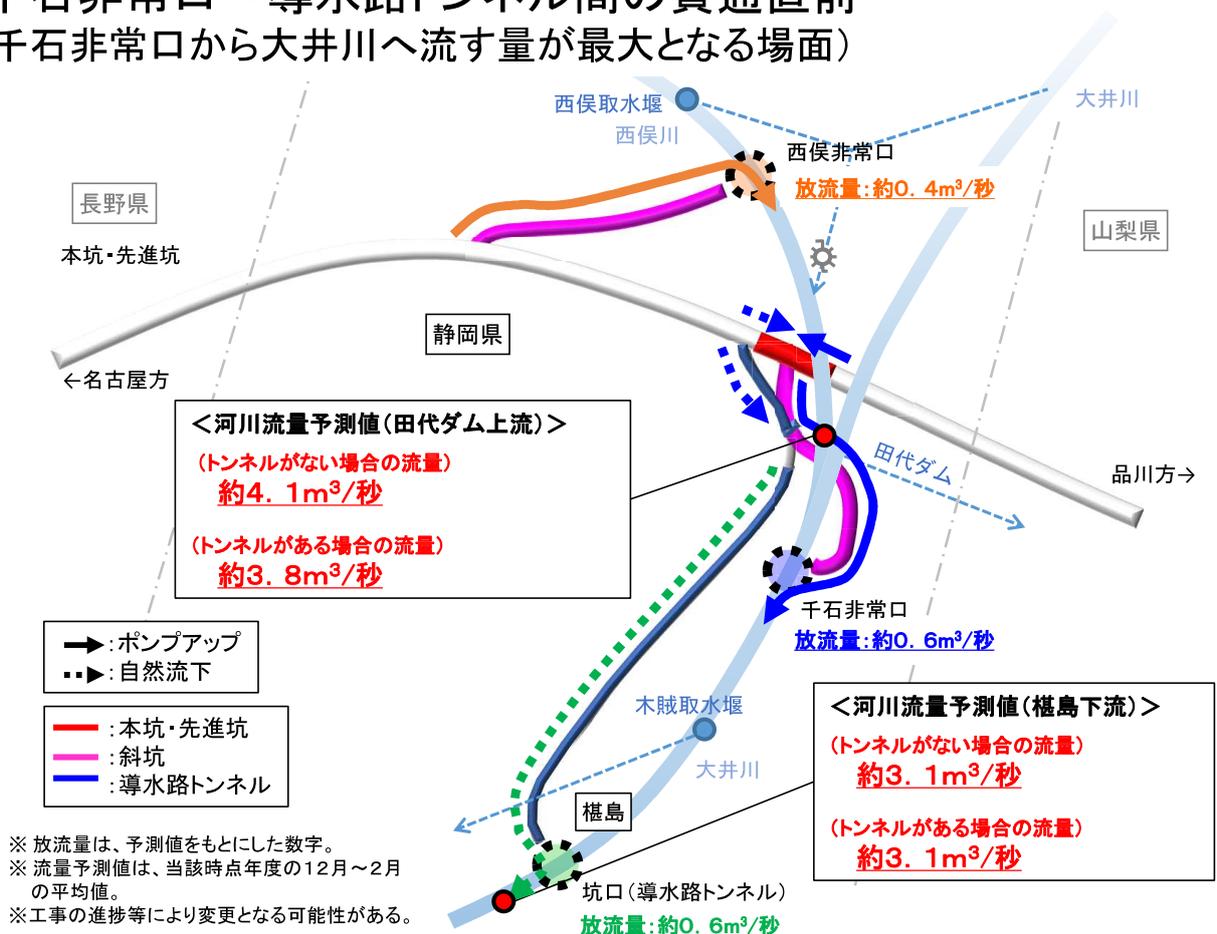
事項の内容

(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

13

「1 リスク管理に関する基本的考え方 (5)」(見解)

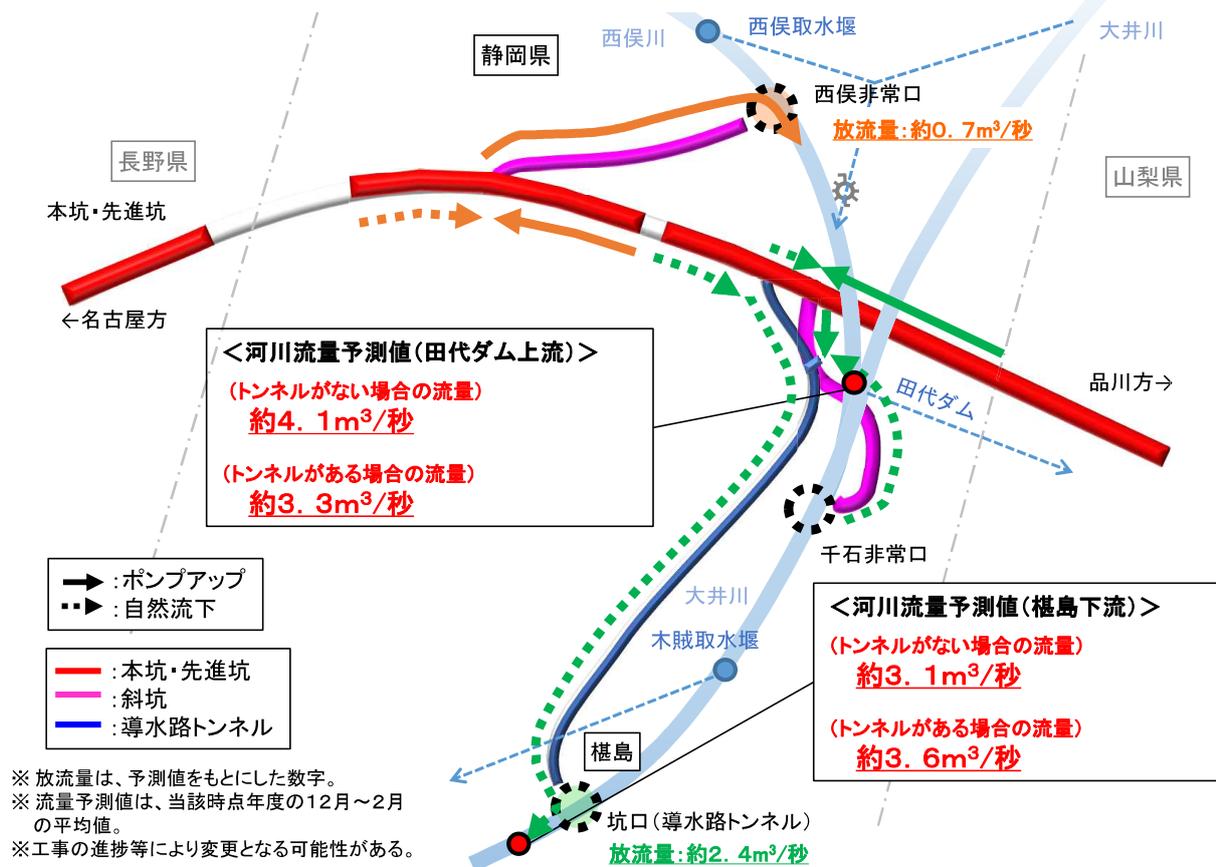
1. 千石非常口～導水路トンネル間の貫通直前 (千石非常口から大井川へ流す量が最大となる場面)



14

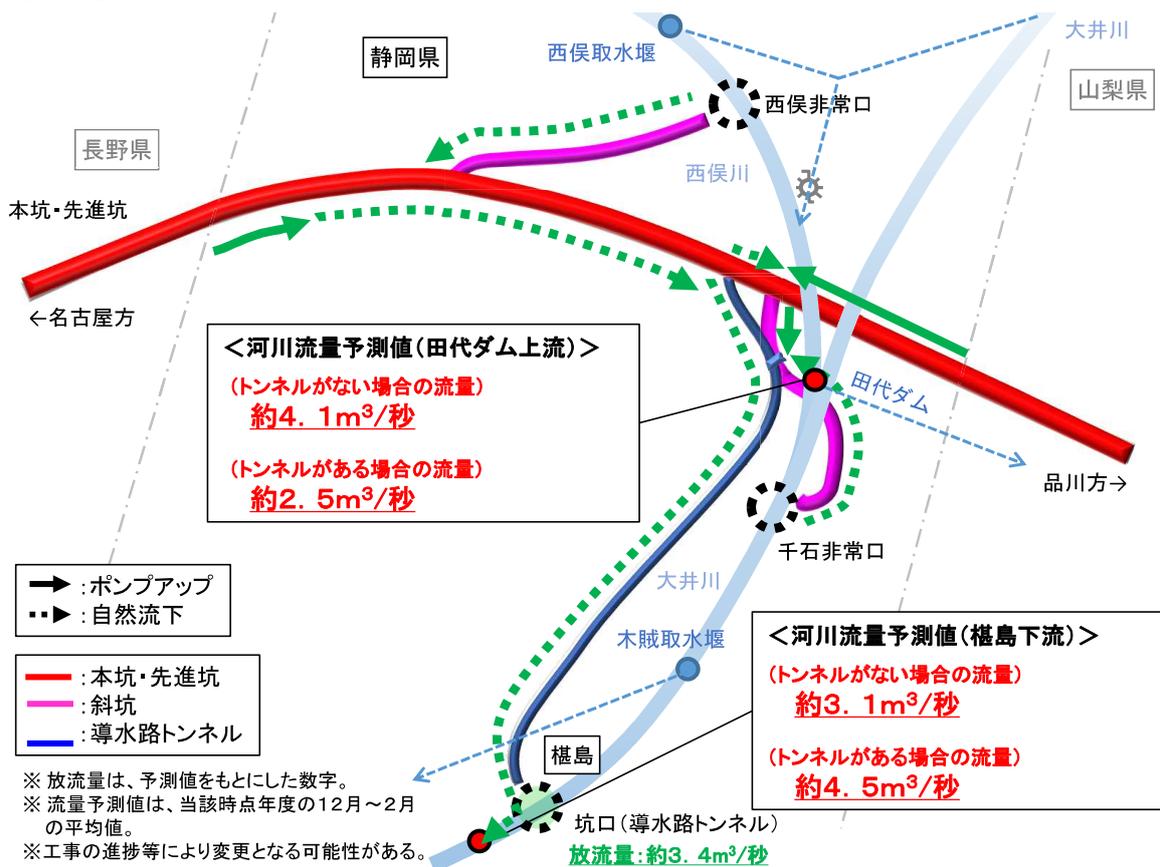
「1 リスク管理に関する基本的考え方 (5)」(見解)

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)



「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)



「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 $4.1\text{m}^3/\text{秒}$ と予測しています。トンネルがある状態では、流量が約 $1.6\text{m}^3/\text{秒}$ 減少して約 $2.5\text{m}^3/\text{秒}$ 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 $3.1\text{m}^3/\text{秒}$ 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 $2.0\text{m}^3/\text{秒}$ 減少して約 $1.1\text{m}^3/\text{秒}$ 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 $3.4\text{m}^3/\text{秒}$ を足し合わせ、約 $4.5\text{m}^3/\text{秒}$ となります。

19

「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



20

「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。

21

「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。

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(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。

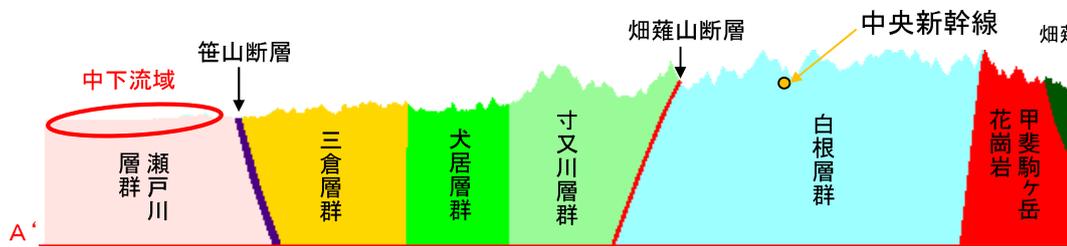


図 大井川地質モデル切断面図

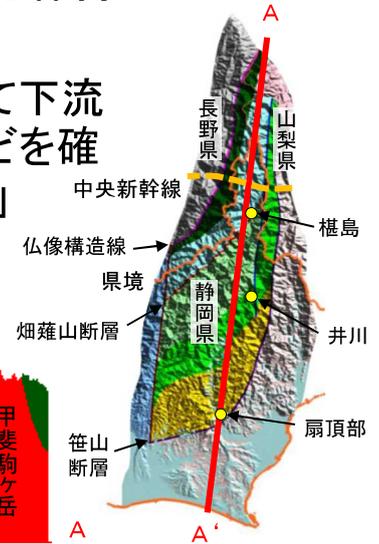


図 切断面位置 23

「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(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。

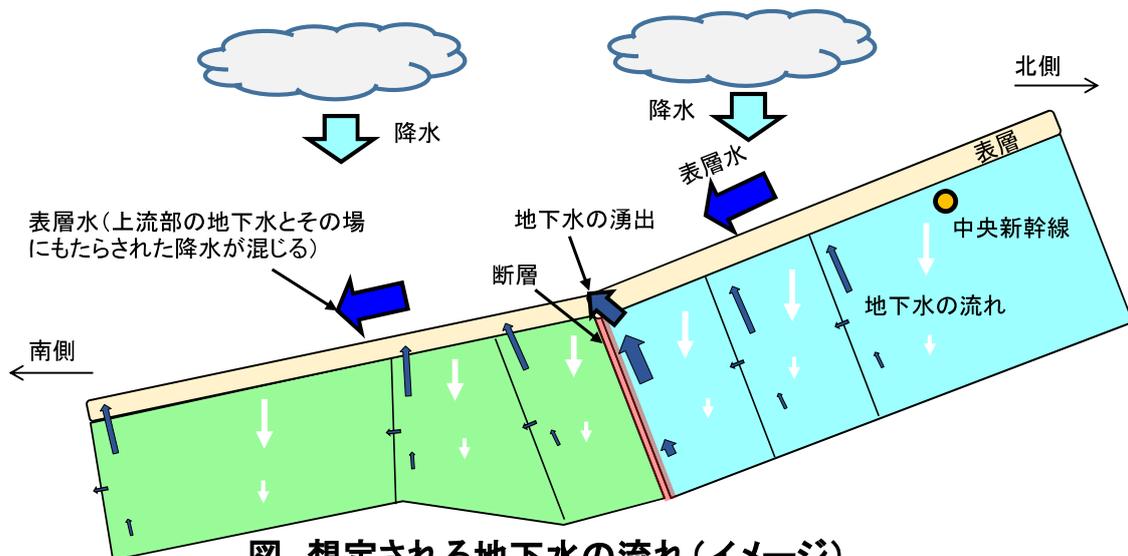


図 想定される地下水の流れ(イメージ)

・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。

「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。

「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。

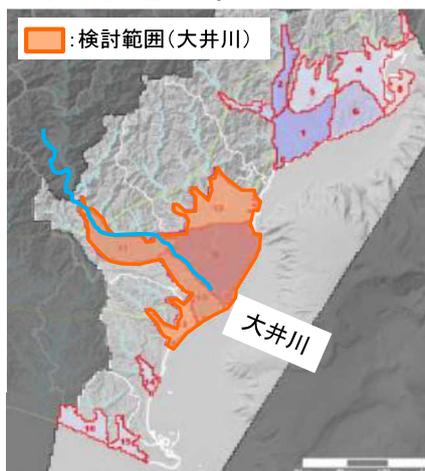


図 検討範囲

平成27年度 中部地域地下水賦存量調査 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】
 ぐらひ・環境部環境局水利用課
 電話 054-221-2289, 2256

<目次>

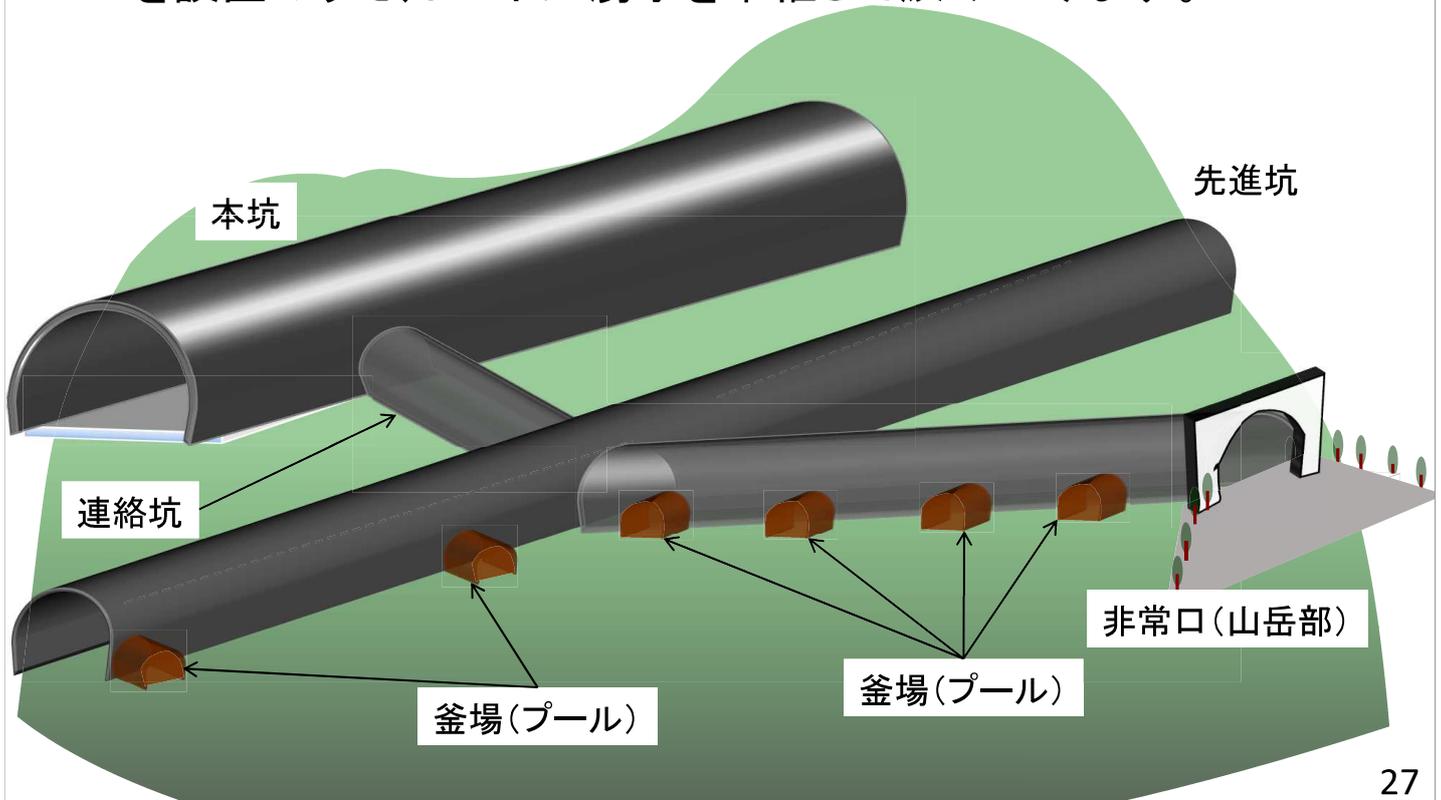
1 調査の目的	1
2 中部地域の調査内容	3
(1) 調査地域	3
(2) 調査内容・手順	4
3 地下水資源量の将来予測	5
(1) 予測方法	5
(2) 資料開発計画等の需要量	5
(3) 予測結果	7
4 水収支解析モデルの作成	8
5 利用可能量の検証	9
(1) 利用可能量の検証・算定方法	9
(2) 利用可能量の算定結果	15
6 予測検証	16
(1) 予測案件	16
(2) ケース設定	17
(3) 予測検証の結果	18
7 総合水収支	25
(参考) 静岡県地下水の採取に関する事例	28

※「平成27年度 中部地域地下水賦存量調査」より(一部加筆)

「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、トンネル湧水を中継して汲み上げます。



27

「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。

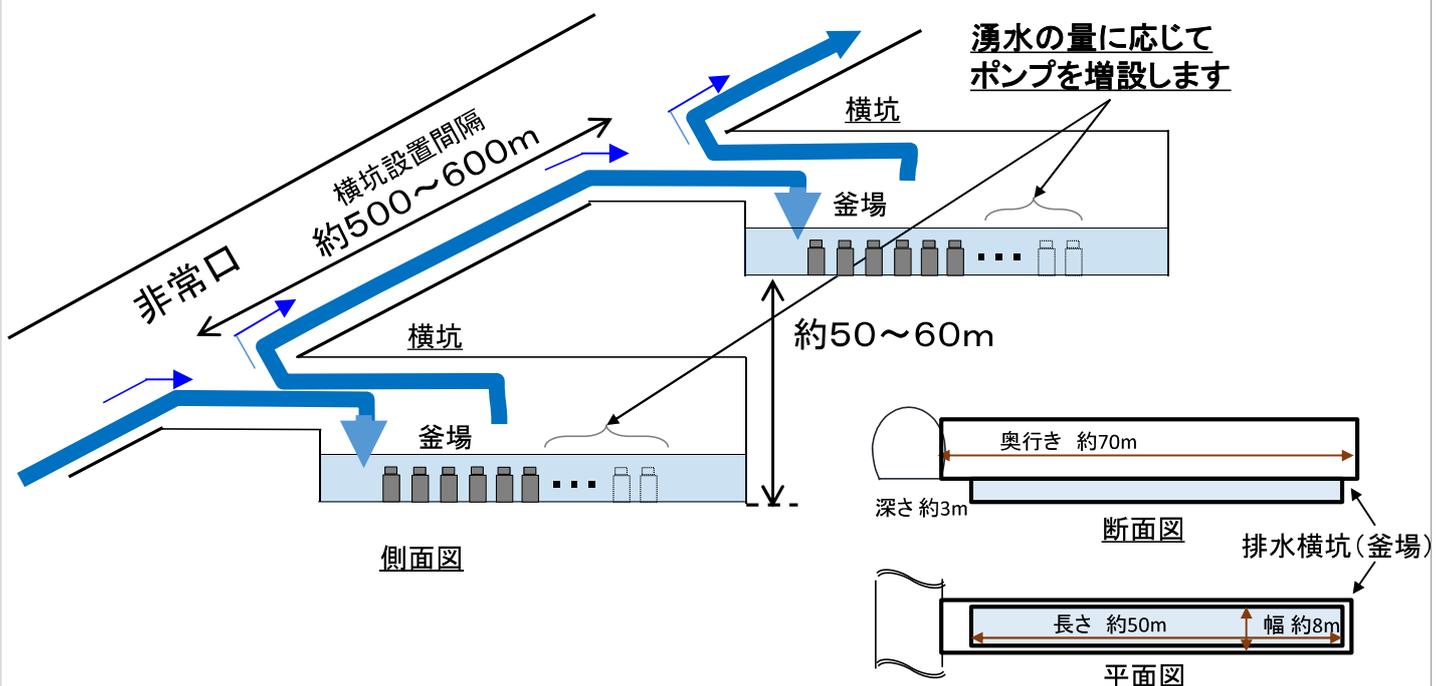


図 排水横坑(釜場)の規模と設置間隔(千石非常口)

28

「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。

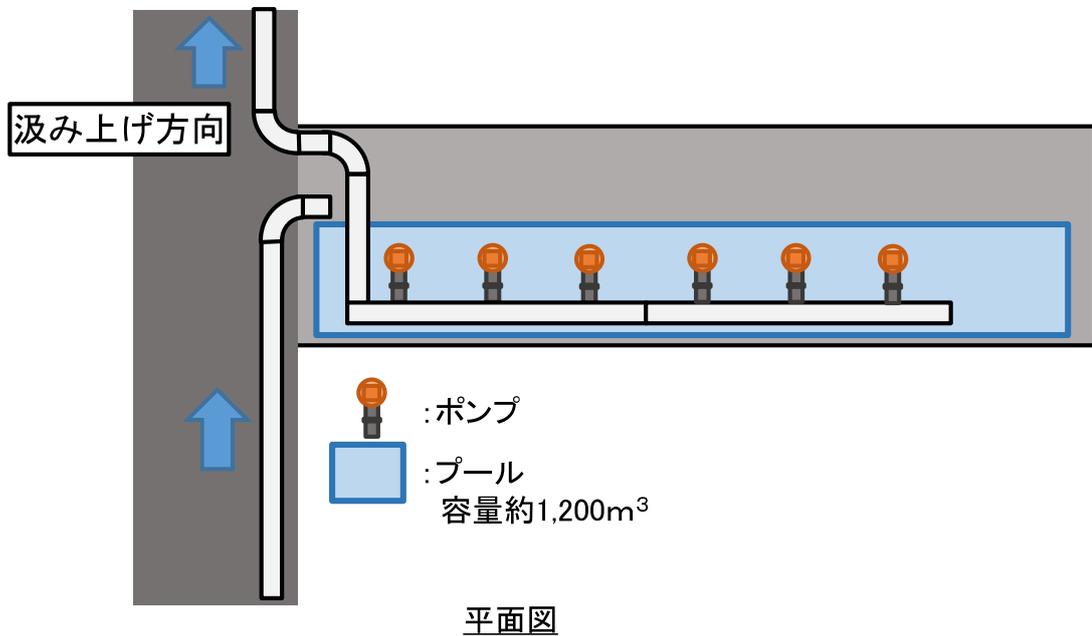


図 排水横坑(釜場)のポンプ設置台数(千石非常口)

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(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。

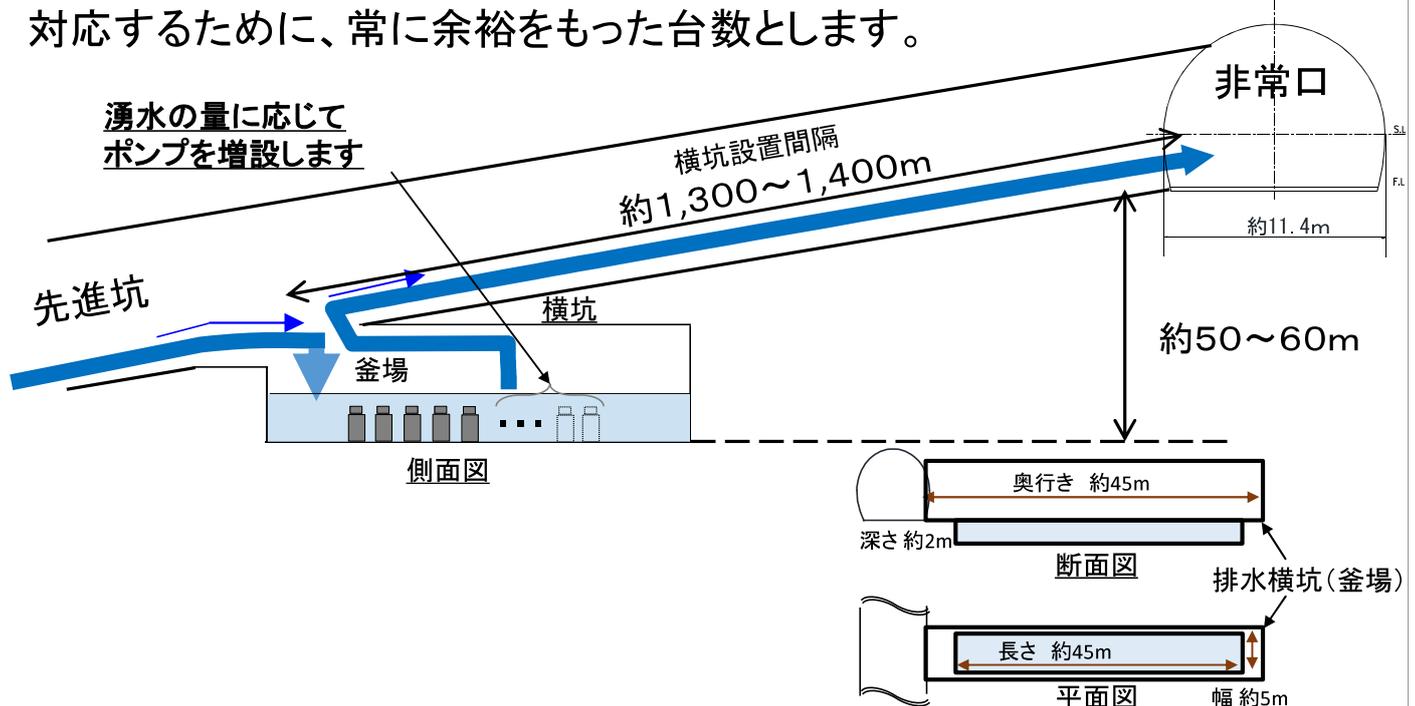


図 排水横坑(釜場)の規模と設置間隔(先進坑)

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。

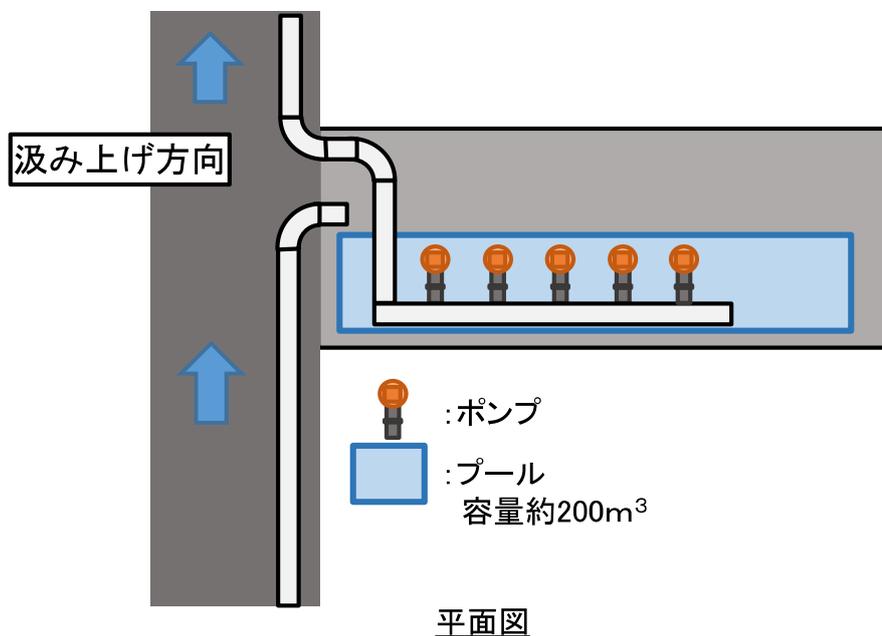


図 排水横坑（釜場）のポンプ設置台数（先進坑）

31

「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

32

「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

33

「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、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年間における変動範囲)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。

34

「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。

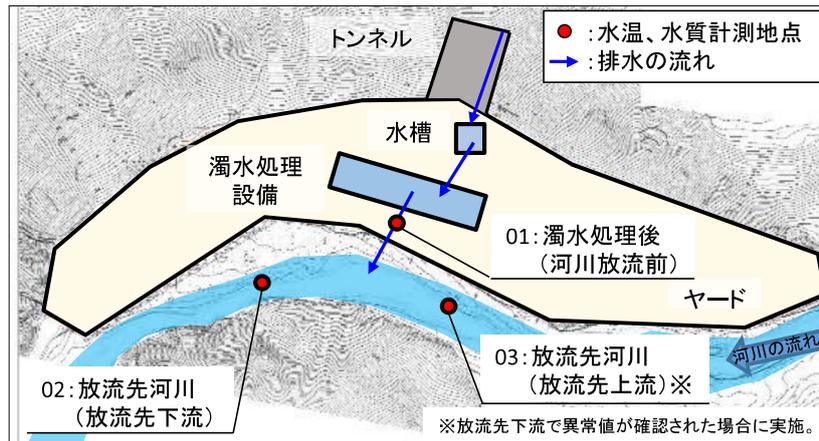


図 トンネル工事排水の水温、水質計測地点(イメージ)

35

「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 of 整理と提示時期

「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(その3)」への意見について(令和元年12月27日)

・リスクマップ、リスクマトリクスのリスク要因をなぜ、①湧水の発生、②工事排水の放流、③自然由来の重金属等を含む対策土の発生の3項目としたのか、その理由を示すこと。

・リスクマトリクスの案については、例えば、表の左端に工事工程欄を設け、工程ごとにリスク要因と対処方法を記載することで、いつ、どんな工事により、どのようなリスクが発生する可能性があり、それに対し、どう対処していくかがわかるリスクマトリクスを作成すること。

36

「2 管理手法(2)」(見解)

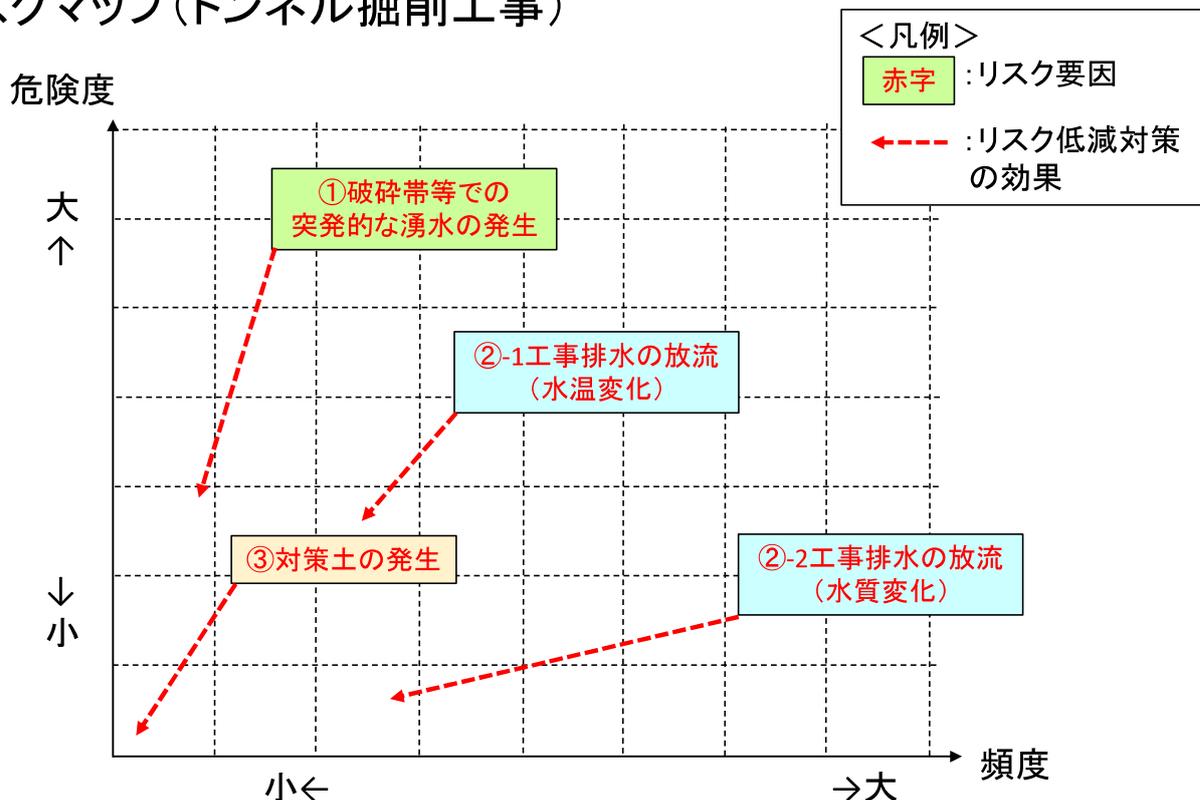
○リスクマップ、リスクマトリクスについて

- ・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は、トンネル掘削工事に伴う水資源利用、水域生態系へのリスク要因として考えられる①破砕帯等での突発的な湧水の発生、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、作成しました。
- ・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。工程ごとのリスク要因と対処方法については、リスクマップにおいて、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。
- ・リスクマトリクスについて、次頁以降のリスクマップのイメージに続いてお示しします。
- ・リスクマトリクスやリスクマップについては、ご提案頂いた丸井委員より具体的な作成例を頂き、それに倣って作成してまいりましたが、今後ともご指導頂きながら作成してまいります。

37

「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)

38

「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)

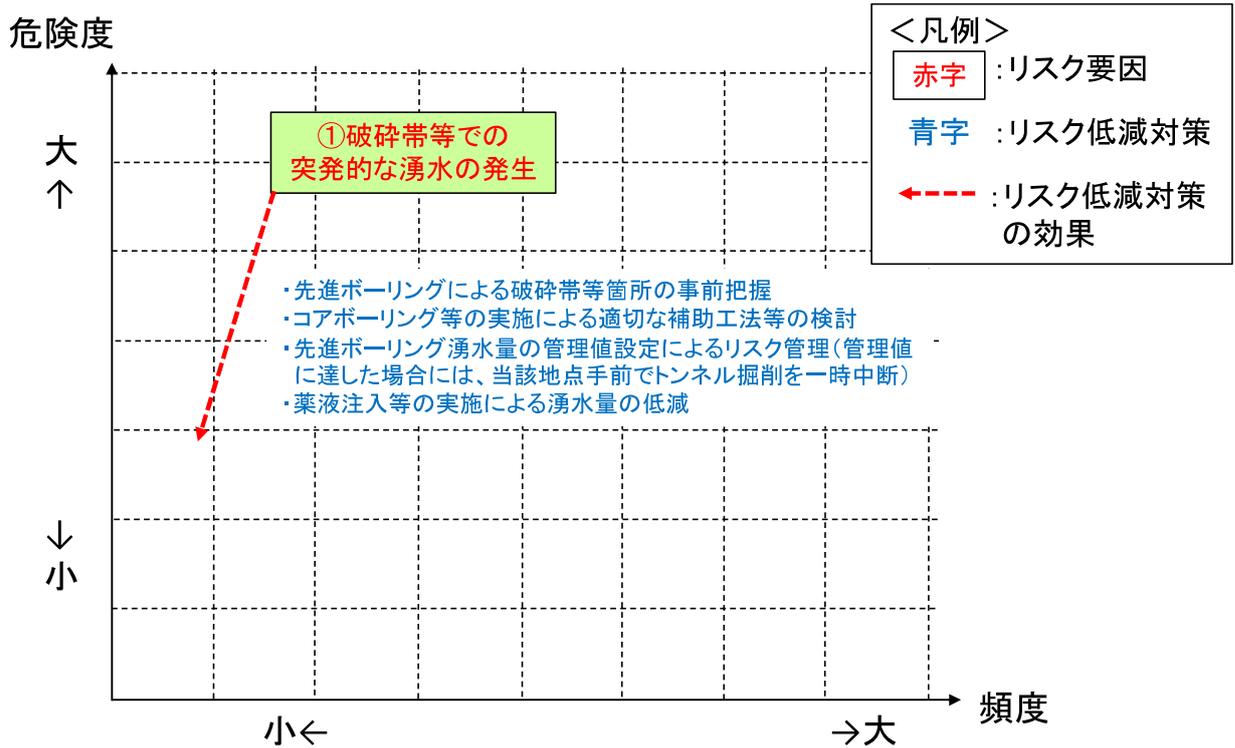


図 リスクマップイメージ(①破砕帯等での突発的な湧水の発生)

39

「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)

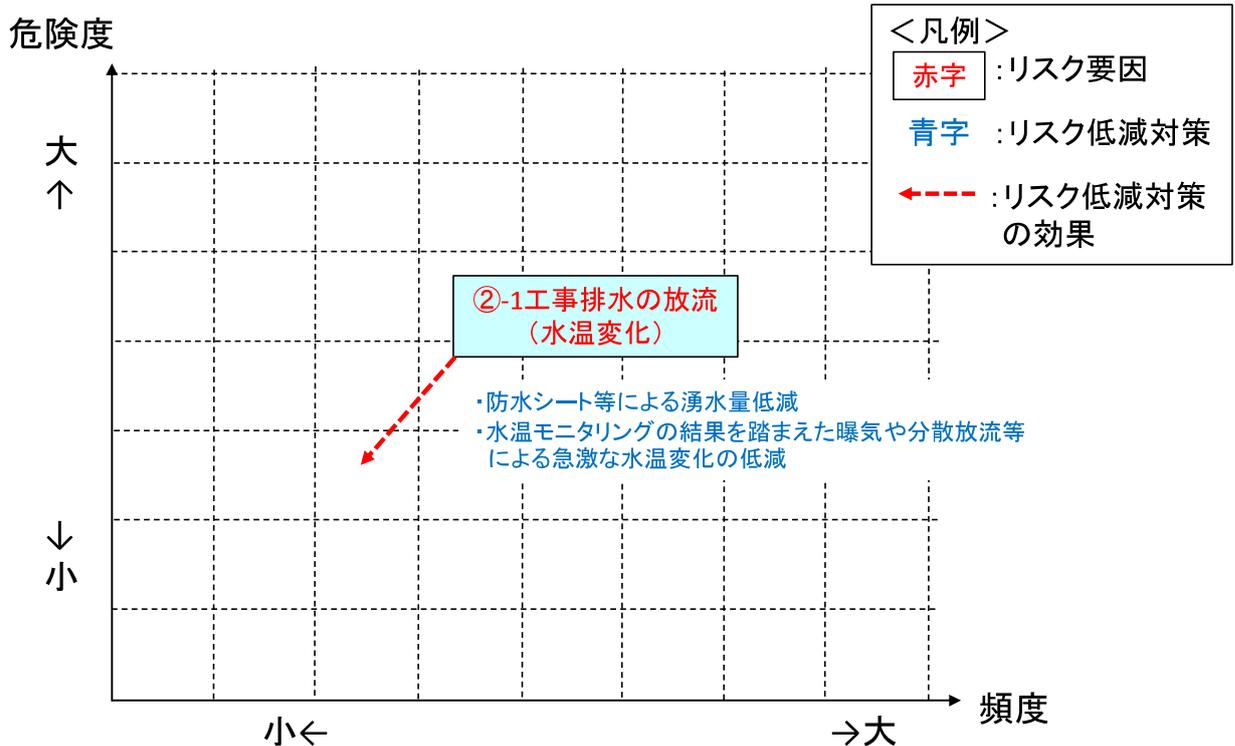


図 リスクマップイメージ(②-1工事排水の放流:水温変化)

40

「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)

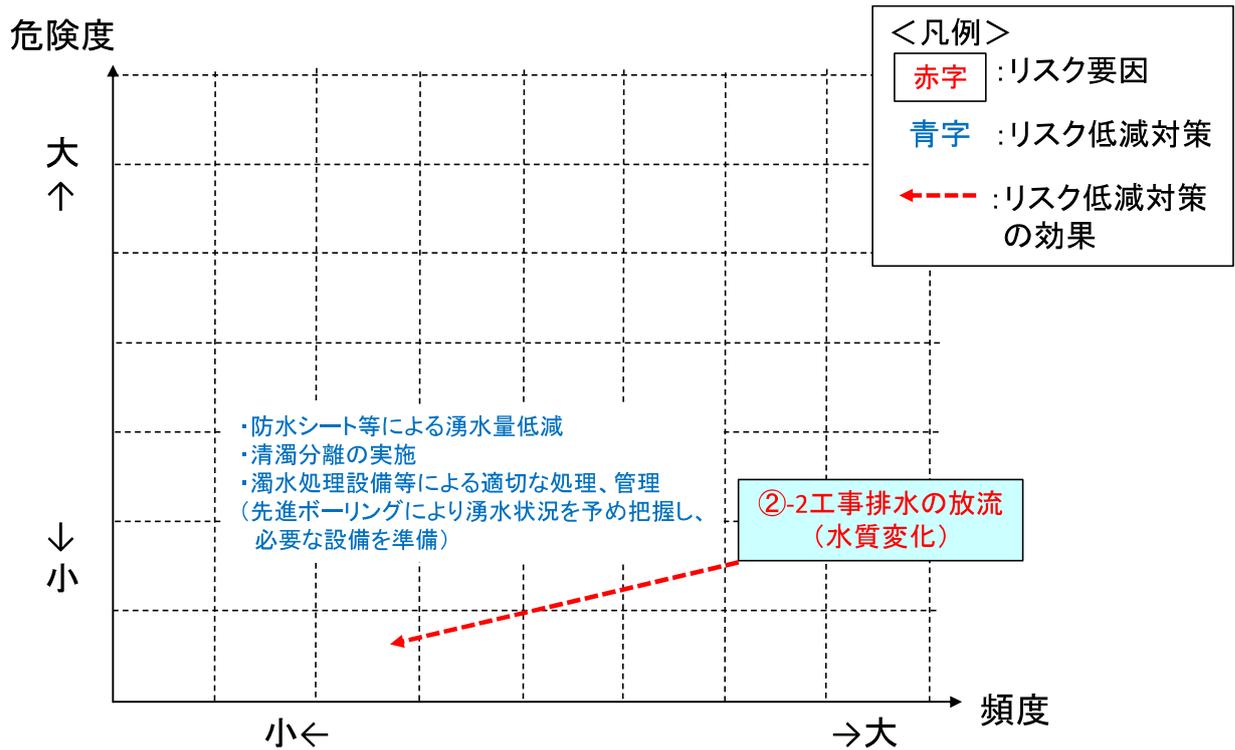


図 リスクマップイメージ(②-2工事排水の放流:水質変化)

41

「2 管理手法 (2)」(見解)

○リスクマップ(③対策土の発生)

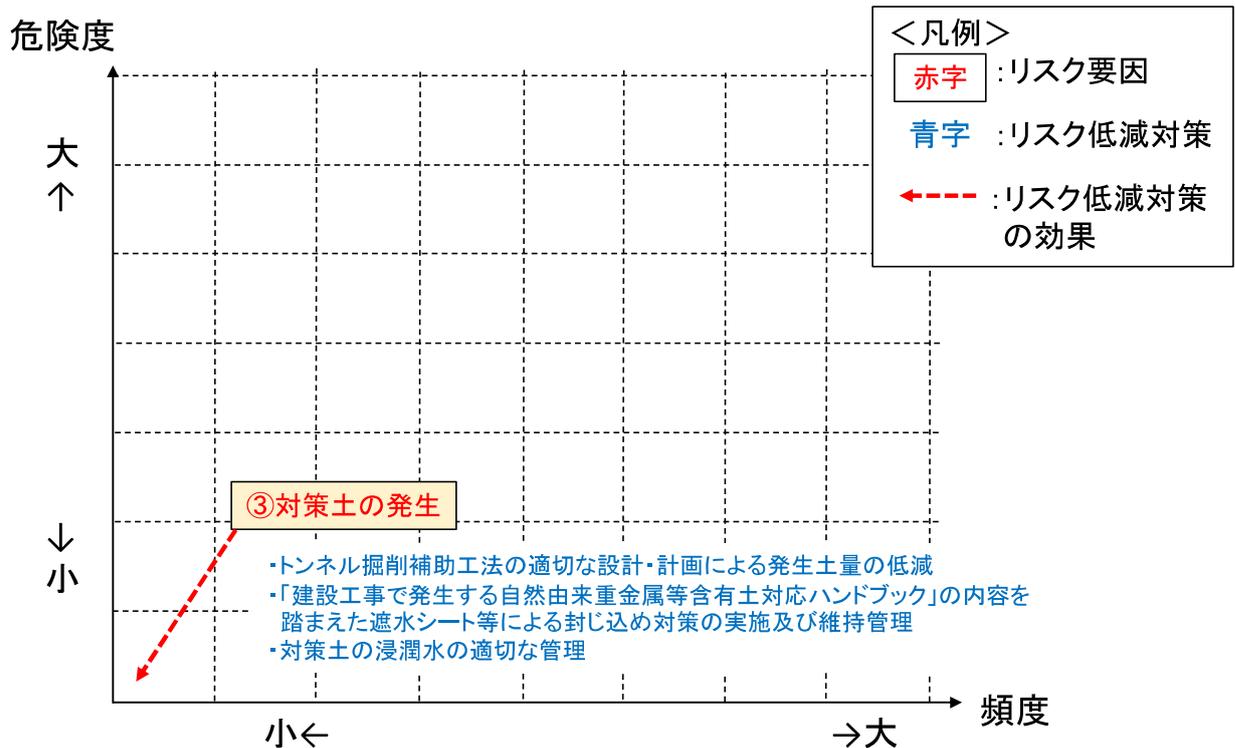


図 リスクマップイメージ(③対策土の発生)

42

「2 管理手法(2)」(見解)

○リスクマトリクス(①破砕帯等での突発的な湧水の発生)

表 リスクマトリクス(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	対処方法
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	トンネル湧水、上流域の観測井の地下水位計測	<ul style="list-style-type: none"> ○先進ボーリング実施時 <ul style="list-style-type: none"> ・先進ボーリングによる破砕帯等箇所の事前把握 ・コアボーリング等の実施による補助工法等の検討 ・先進ボーリング湧水量の管理値設定によるリスク管理 ○トンネル掘削時 <ul style="list-style-type: none"> ・薬液注入等の実施(管理値を超えた場合には、当該地点手前でトンネル掘削を一時中断)
	沢の流量減少・枯渇	沢等の水位、流況の常時監視、沢等の流量のモニタリング	<ul style="list-style-type: none"> ○先進ボーリング実施時 <ul style="list-style-type: none"> ・先進ボーリング湧水量の管理値設定によるリスク管理(管理値に達した場合には、直ちにボーリングを停止のうえ、重点的に確認) ○トンネル掘削時 <ul style="list-style-type: none"> ・薬液注入等の実施(管理値を超えた場合には、当該地点手前でトンネル掘削を一時中断)
	沢の動植物の減少	沢等の動植物のモニタリング	<ul style="list-style-type: none"> ○トンネル掘削工事前 <ul style="list-style-type: none"> ・事前の代償措置の検討・実施 ○先進ボーリング実施時 <ul style="list-style-type: none"> ・先進ボーリング湧水量の管理値設定によるリスク管理(管理値に達した場合には、直ちにボーリングを停止のうえ、重点的に確認) ○トンネル掘削時 <ul style="list-style-type: none"> ・薬液注入等の実施(管理値に達した場合には、当該地点手前でトンネル掘削を一時中断) ・魚類の移殖や植物の移植等の実施

43

「2 管理手法(2)」(見解)

○リスクマトリクス(②工事排水の放流)

表 リスクマトリクス(工事排水の放流)

リスク要因	想定される現象	調査方法	対処方法
工事排水の放流	河川の水質の変化	水質のモニタリング	<ul style="list-style-type: none"> ・濁水処理設備等による工事排水の適切な処理、水質管理 ・先進ボーリングによる破砕帯等箇所の事前把握 ⇒トンネル掘削時に備えた濁水処理設備等の配備
	河川の水温の変化	水温のモニタリング	<ul style="list-style-type: none"> ・モニタリングの結果を踏まえ、分散放流等による急激な水温変化の低減
	水生生物の生息環境の変化	イワナ類、底生動物、カワネズミのモニタリング	<ul style="list-style-type: none"> ・排水放流箇所の考慮(魚類の産卵場所の回避等) ・モニタリングの結果を踏まえた事前の代償措置や追加の保全措置の検討・実施

44

「2 管理手法(2)」(見解)

○リスクマトリクス(③対策土の発生)

表 リスクマトリクス(対策土の発生)

リスク要因	想定される現象	調査方法	対処方法
対策土の発生	対策土の流出	施工時の点検、モニタリング	・「建設工事で発生する自然由来重金属等含有土対応ハンドブック」の内容を踏まえ、遮水シート等による封じ込め対策を実施し、盛土内への雨水・地下水の浸透防止等を図り、発生土からの重金属等の溶出を防止。(対策土は、工事完了後も当社が維持管理を実施)
	河川の水質(自然由来の重金属等)の変化 ↓	河川、観測井の水質のモニタリング	・対策土の浸潤水は、集水設備に一度集水し、調査したうえで、河川へ放流。 ・放流先河川や観測井(発生土置き場を挟み込むように設置)において調査を行い、封じ込め対策が確実に実施されているかを確認。
	水生生物の生息環境の変化	イワナ類、底生動物、カワネズミのモニタリング	・排水放流箇所の考慮(魚類の産卵場所の回避等) ・モニタリングの結果を踏まえた追加の保全措置の検討・実施

45

「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

46

「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。

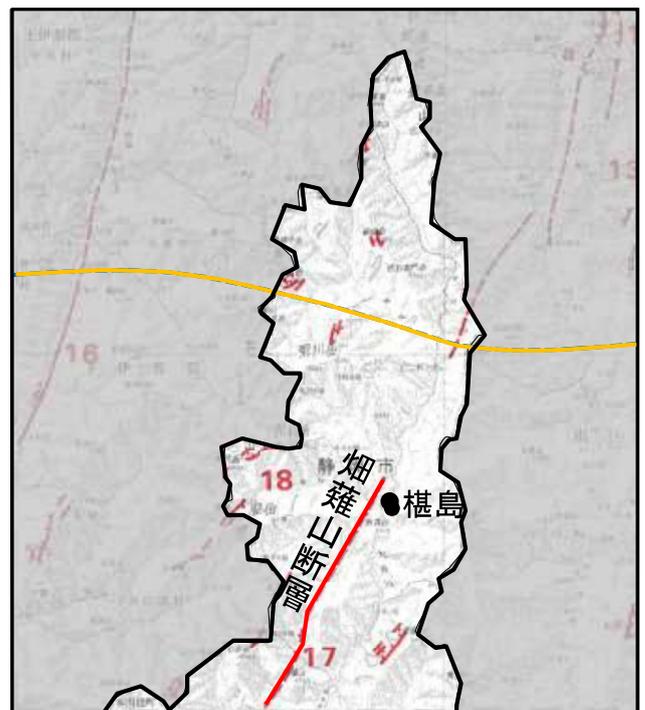
47

「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）
	活断層の疑いのあるリニアメント（確実度Ⅲ）



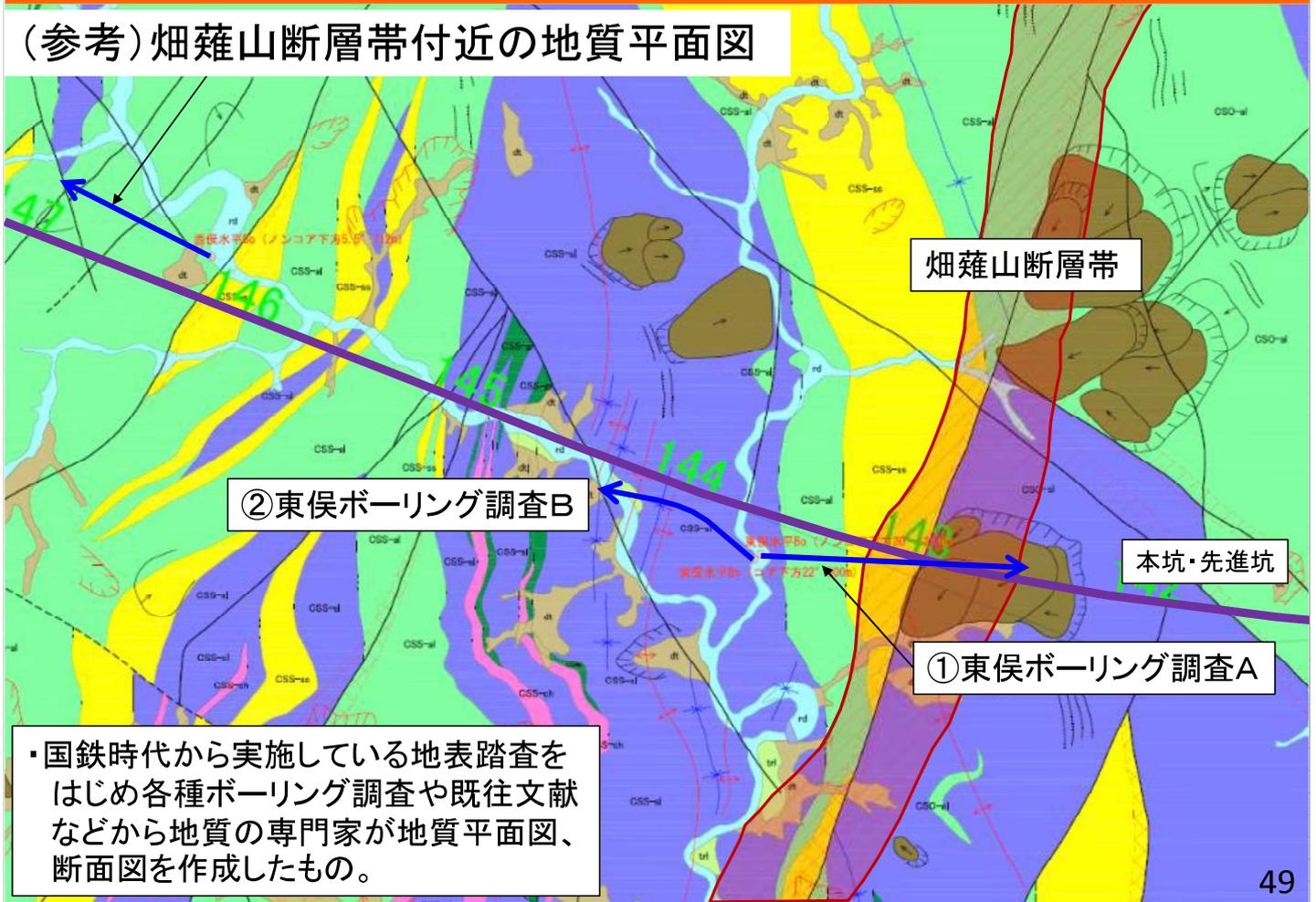
『日本の活断層』（活断層研究会、1991）に一部加筆

※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。

48

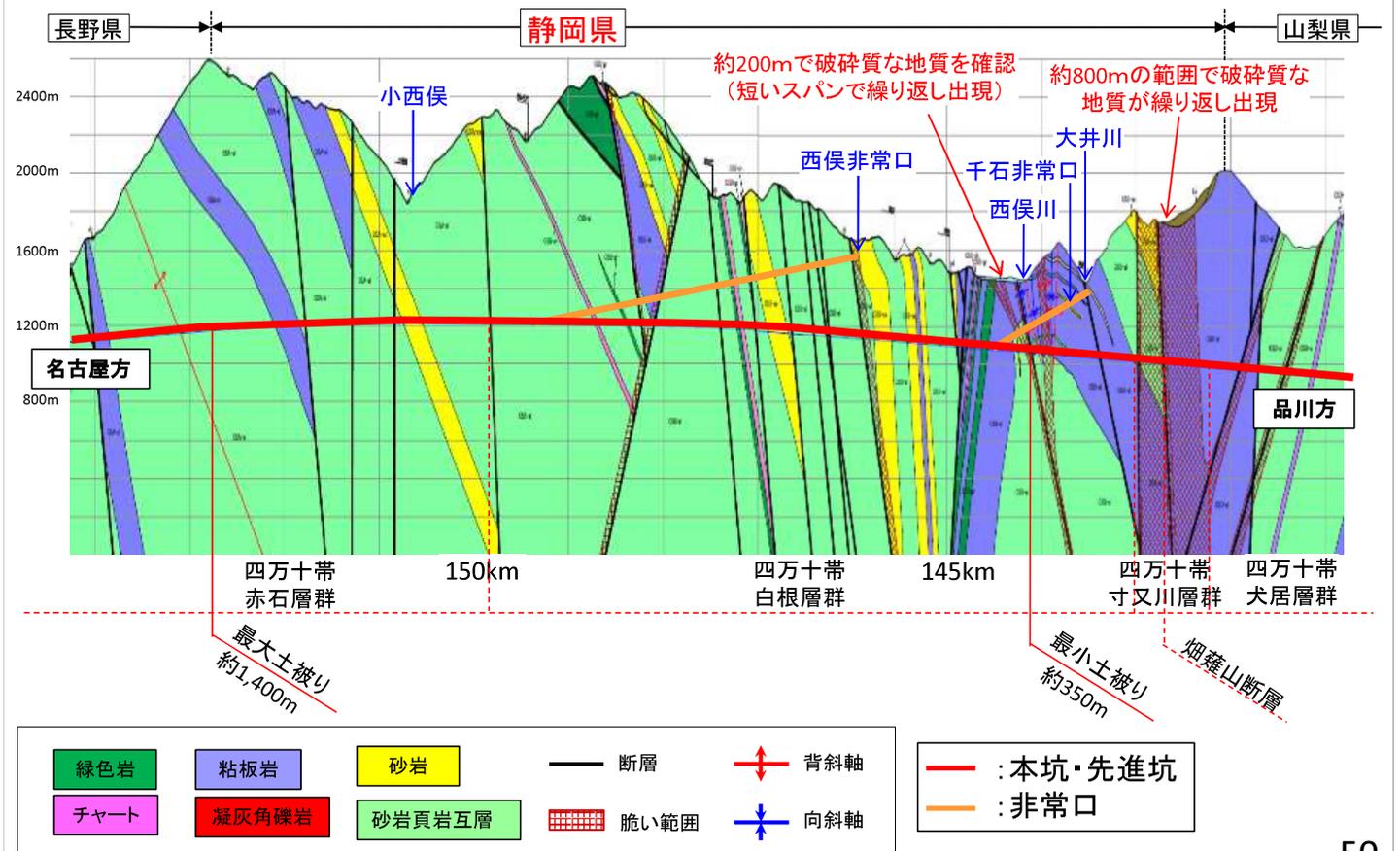
「3 全量の戻し方 (1)」(見解)

(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)

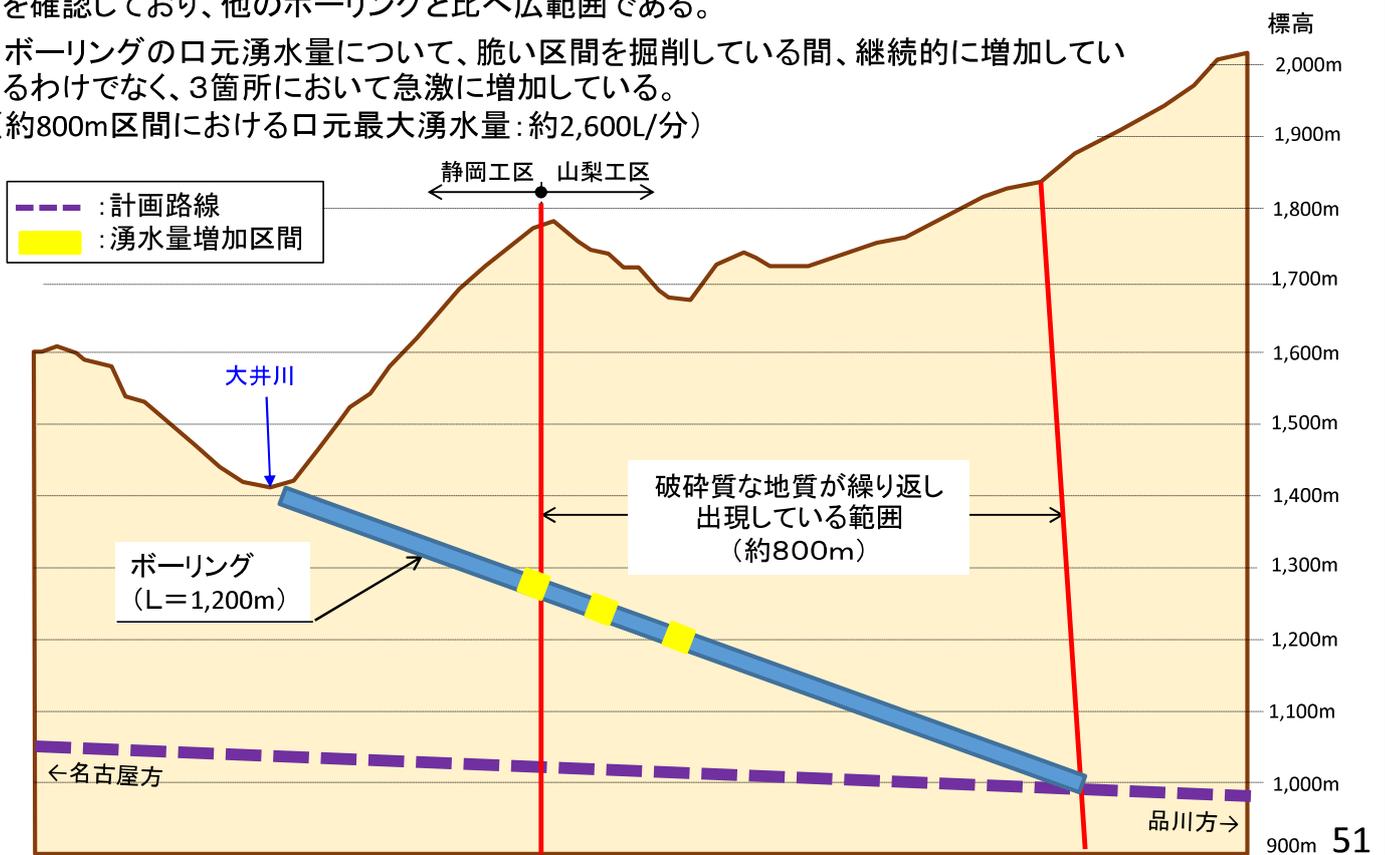
(参考) 静岡県内の地質縦断図



「3 全量の戻し方 (1)」(見解)

(参考)①東俣ボーリングAの結果

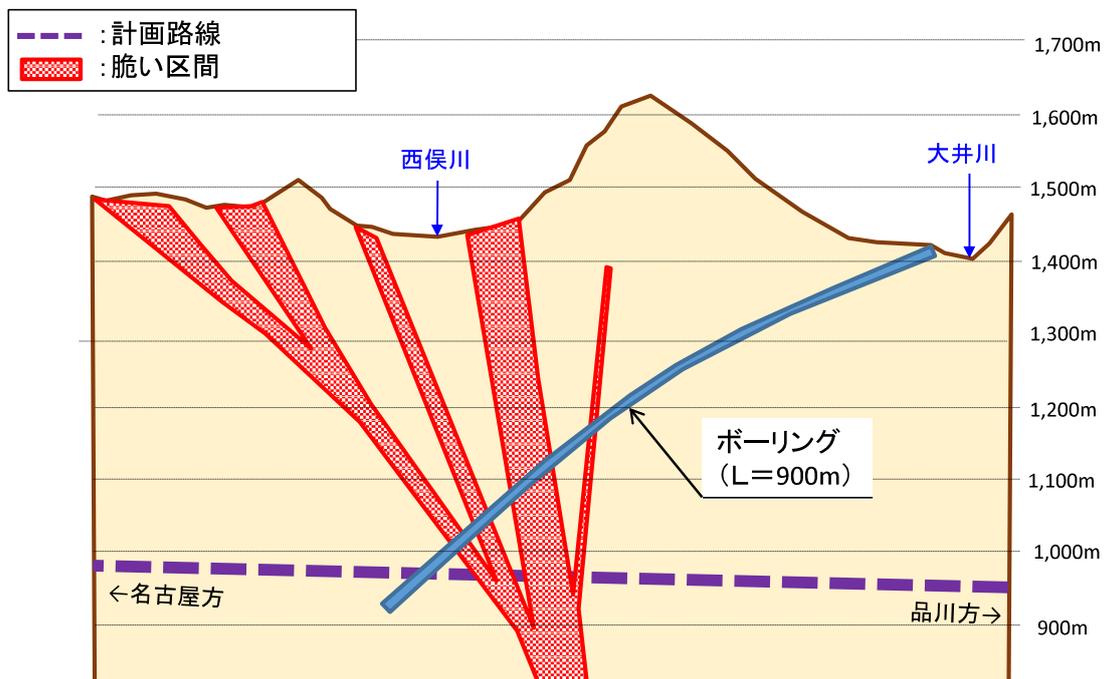
- ・ボーリング削孔において、約800mの範囲で破碎質な地質が繰り返し出現していることを確認しており、他のボーリングと比べ広範囲である。
- ・ボーリングの口元湧水量について、脆い区間を掘削している間、継続的に増加しているわけではなく、3箇所において急激に増加している。
(約800m区間における口元最大湧水量: 約2,600L/分)



「3 全量の戻し方 (1)」(見解)

(参考)②東俣ボーリングBの結果

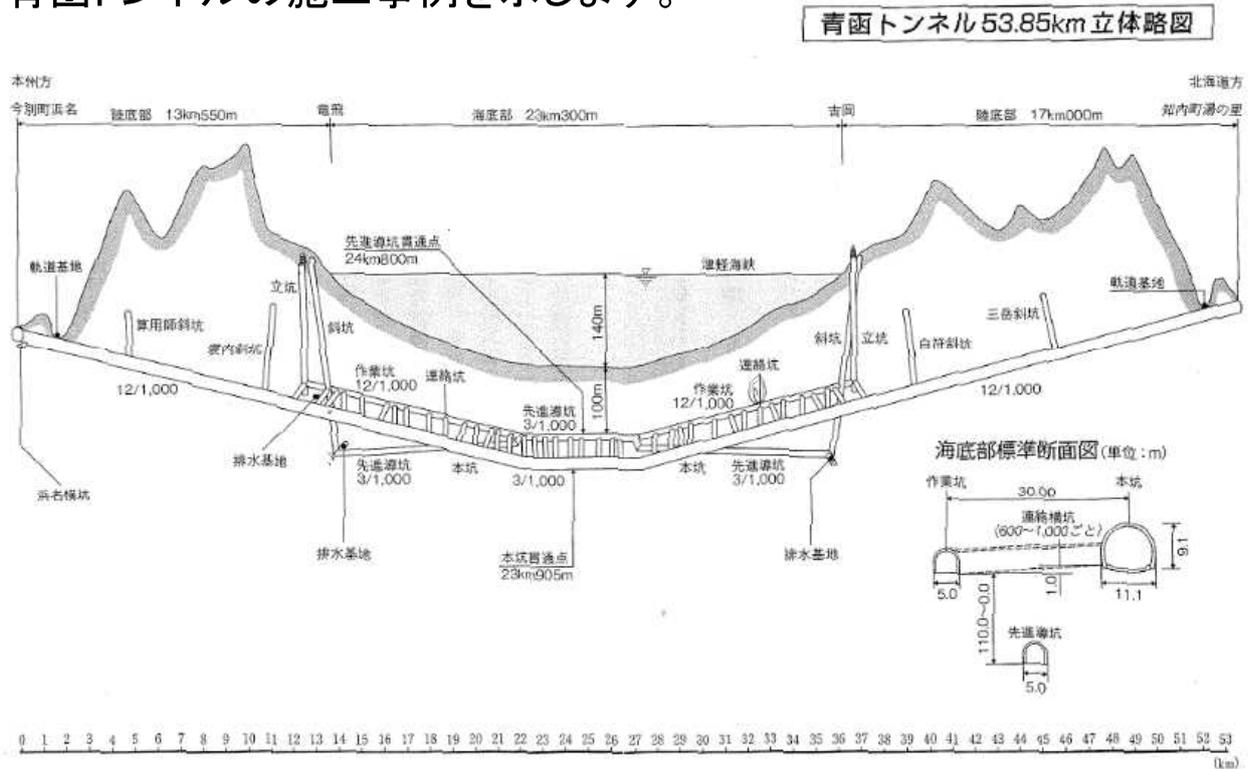
- ・脆い区間は延べ約200mであるが、短いスパンで繰り返し出現。
- ・湧水量は、畑薙山断層帯に比べて少ない。(脆い区間における口元最大湧水量: 約800L/分)



「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。



※青函トンネル物語(吉井書店)より引用、一部当社で加筆

図 青函トンネルの縦断面図と標準断面図

53

「3 全量の戻し方 (1)」(見解)

○青函トンネルの線形・掘削方法

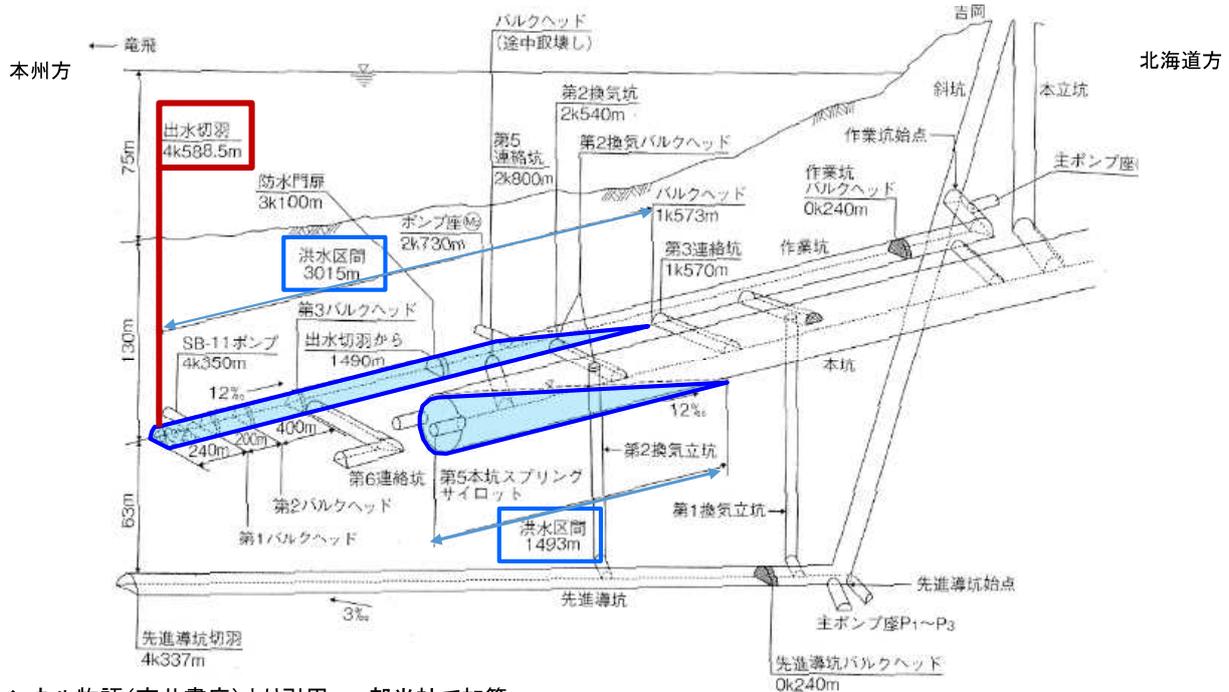
- ・青函トンネルは、海底トンネルであり海底部が最も低く、本線は本州方、北海道方から海底部に向かって12‰の勾配で下る線形となっています。
- ・トンネル掘削は、陸上部から開始せざるを得ず、まずは調査を目的に斜坑、先導導坑(斜坑底から3‰の上り勾配)の掘削を進めました。
- ・続いて、立坑、そして作業坑、本坑(いずれも12‰の下り勾配)の掘削を進めました。

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(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

55

「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)

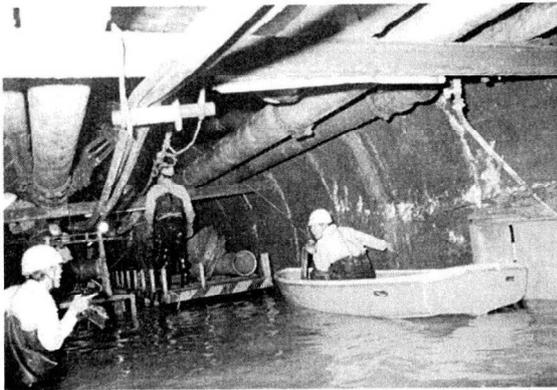
- ・出水箇所は、破砕帯と呼ばれる脆弱な地質箇所で、事前に切羽(掘削面)手前から先進ボーリングにより地質を確認しつつ、掘削を進めていました。
- ・さらに、事前に切羽(掘削面)手前から、地盤への薬液注入を行なうなどの対策をしていましたが、出水が発生しました。
- ・出水に対応するため、複数箇所にバルクヘッド(隔壁)を構築して水を防ごうとし、また、作業坑に設置している防水門扉を使用しましたが、それぞれ突破され作業坑と本坑が水没しました。(斜坑底の主ポンプ座の水没を防ぐため、本坑に導水)
- ・復旧のために、青函トンネルの本州方の現場や上越新幹線のトンネル建設現場のポンプなどが集められ、復旧作業に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

56

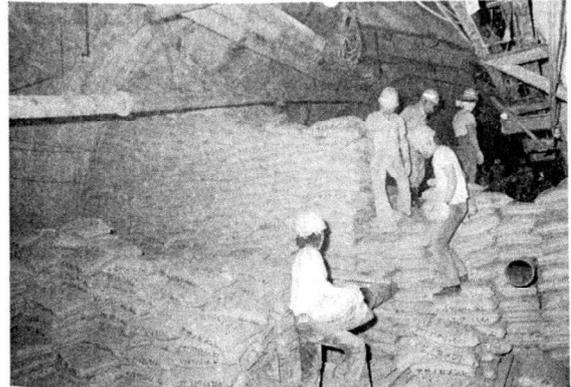
「3 全量の戻し方（1）」(見解)

○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

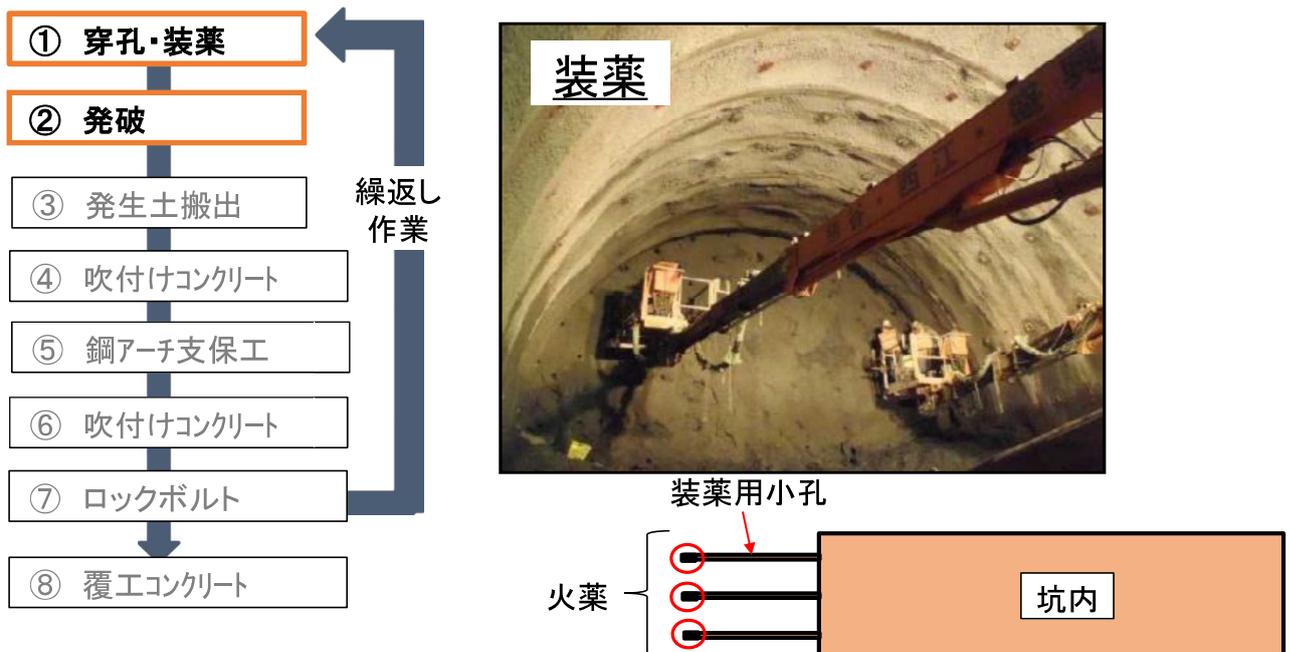


作業坑バルクヘッド築造

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

「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。

「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。

