

トンネル掘削に伴う水資源利用への リスクと対応

令和4年4月

東海旅客鉄道株式会社

目次

| | |
|-------------------------------|----|
| (1) リスク対応の位置づけ | 1 |
| (2) リスクの抽出 | 2 |
| (3) リスクの評価と基本的な対応 | 6 |
| (4) リスク対応の流れ | 13 |
| (5) 重要度の高いリスクへの対応 | 15 |
| (6) 重要度の高いリスクへ主な対応（平常時） | 20 |

(1) リスク対応の位置づけ

- ・水資源への回避・低減に向けた基本的な対策等を確実に進めていきますが、一方で、推計されるトンネル湧水量は確定的なものではなく、また、突発湧水等の不測の事態が生じる可能性があります。
 - ・有識者会議においてもこうしたトンネル掘削に伴い想定される水資源利用に関するリスクを抽出・整理することの重要性を認識し、その整理に基づいたリスク対応を行うようご指導頂いています。
 - ・このようなご指導を踏まえて、トンネル掘削に伴い考えられる水資源利用のリスクを予め抽出・整理したうえで、モニタリングを実施し、必要なリスク対応を行い、影響の回避・低減を図ります。
- ・本資料では、以下の順にご説明します。

1) リスク抽出・評価と各リスクへの基本的な対応の整理

- ・水資源利用への影響、影響を引き起こすリスク要因と事象の関係性を整理し、水資源利用へのリスクを抽出します。
- ・各リスクに対して影響度と管理の困難さの2つの要素を考慮した重要度の評価を行い、各リスクに対する基本的な対応を整理します。

2) リスク対応の流れ

- ・工事中は河川流量、地下水位等のモニタリングにより、工事に伴う変化を早期に検知します。変化を検知した場合は、推定する要因及び対応の要否の確認等を通して、必要なリスク対応を行います。

3) 重要度の高いリスクへの対応

- ・地質の想定等が異なる場合、大井川の水量が減少するリスクなど重要度の高いリスクについては、リスク管理の参考値を2段階で設定し、平常時、影響発生の兆候段階、影響発生の可能性段階といった影響発生までの各段階に応じた対応をとることでリスク管理していきます。
- ・なお、生態系へのリスクについては今後別途、ご説明します。水温に関する影響については、生態系との関連が大きく、基本的には生態系の検討において考慮していきますが、利水の用途（工業用水等）によっては水資源においても考慮する必要があるため、今後検討していきます。

(2) リスクの抽出

- ・トンネル掘削に伴う大井川水資源利用への影響評価は、水収支解析結果に加えて、河川流量や地下水などの実測データや成分分析結果に基づき行っています。
- ・しかしながら、これら水資源利用への影響評価は不確実性を伴う前提に基づいており、影響評価にはリスク要因が存在しています。
- ・そこでまずは、水資源利用への影響、影響を引き起こすリスク要因と事象の関係性を整理し、水資源利用へのリスクを抽出しました(図 1、図 2、図 3)。

<河川、地下水の水量に関するリスクについて>

- ・河川、地下水の水量に関するリスク要因としては、「a.地質」、「b.地震・気候」、「c.設備」、「d.施工」が考えられます。
- ・リスク要因により事象（現実にかかる出来事）が生じ、事象の発生に伴い影響が生じるという一連の流れをリスクと考えると、河川、地下水の水量に関するリスクはそれぞれのリスク要因から以下のとおり抽出されます。
- ・図中では、主なリスク要因を赤文字で、事象を青文字で記載しています。

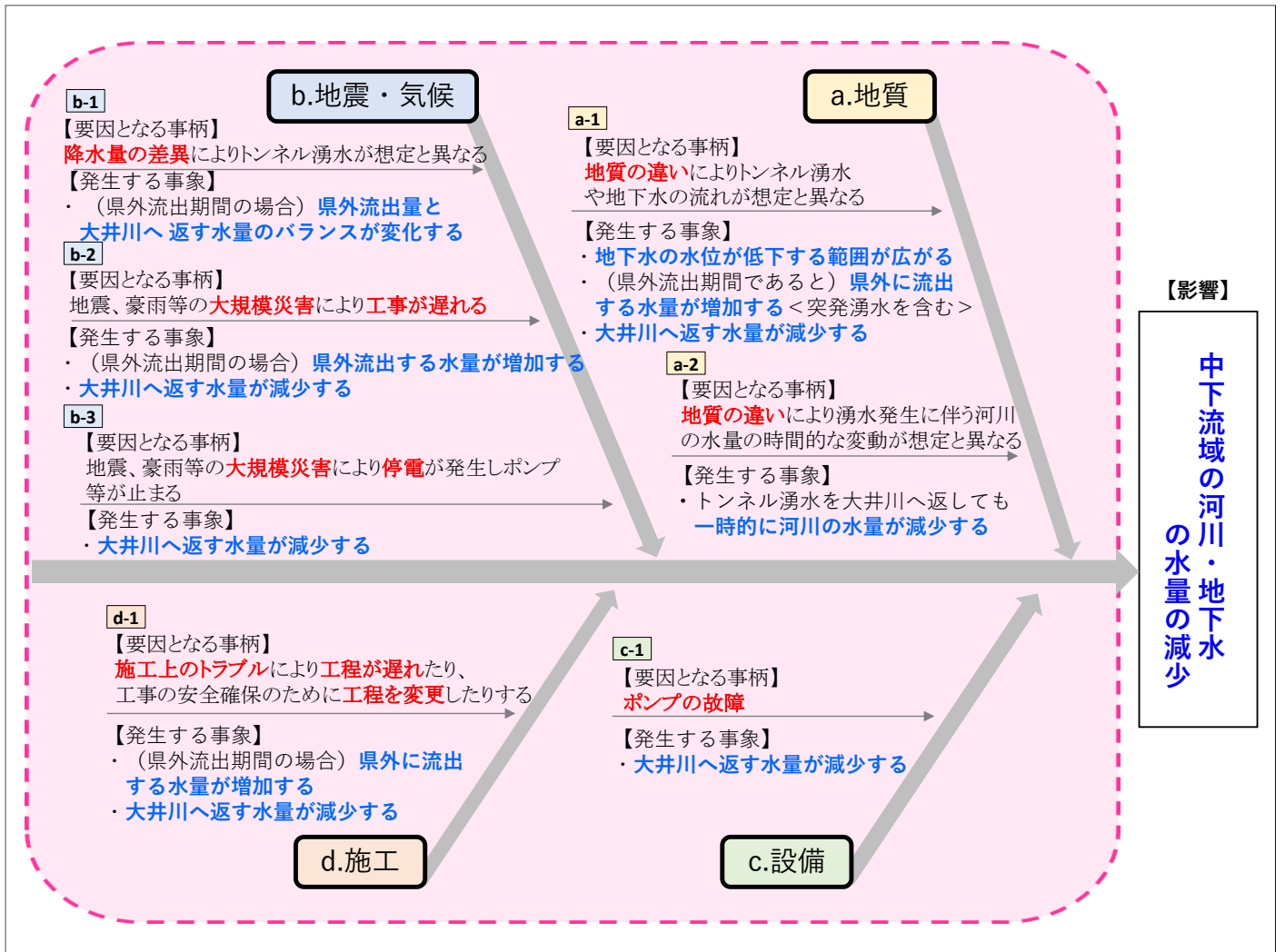


図 1 リスク要因、事象、影響の関係性（河川、地下水の水量）

<河川、地下水の水質に関するリスクについて>

- ・河川、地下水の水質（SS、pH、自然由来の重金属等）に関するリスク要因としては、「a.地質」、「b.地震・気候」、「c.設備」、「d.施工」が考えられます。
- ・リスク要因により事象（現実にかかる出来事）が生じ、事象の発生に伴い影響が生じるという一連の流れをリスクと考えると、河川、地下水の水質に関するリスクはそれぞれのリスク要因から以下のとおり抽出されます。
- ・図中では、主なリスク要因を赤字で、事象を青文字で記載しています。

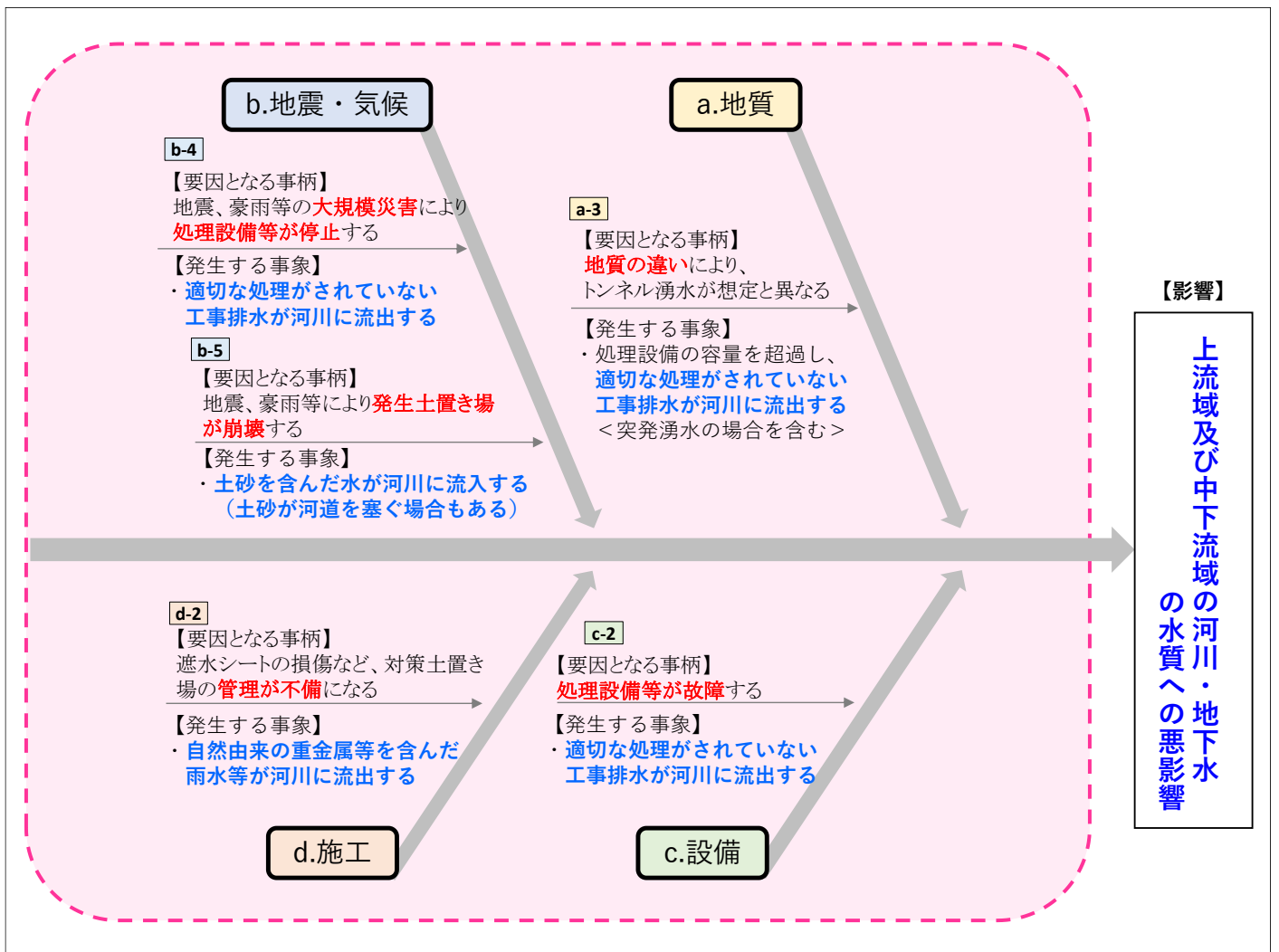


図 2 リスク要因、事象、影響の関係性（河川、地下水の水質）

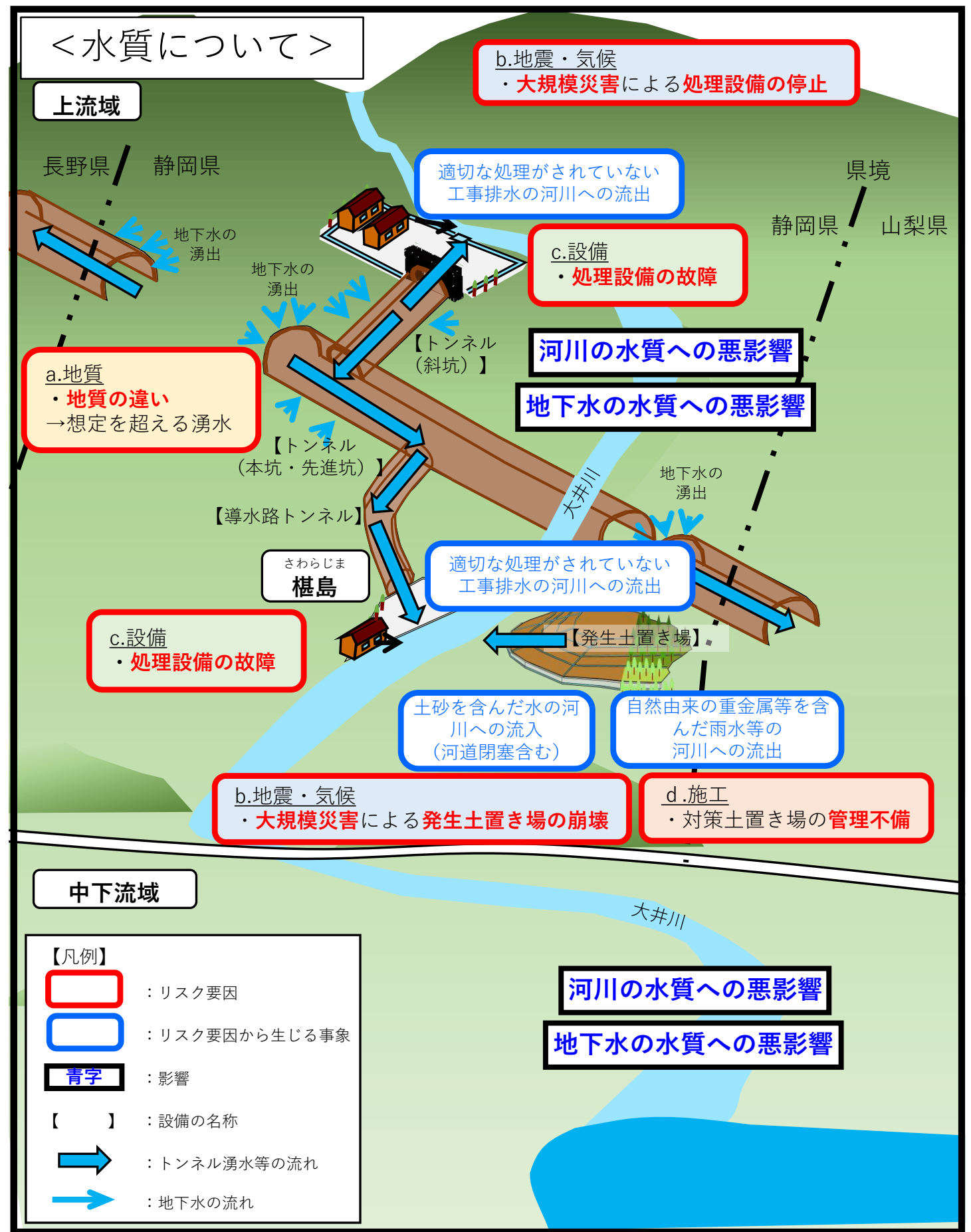
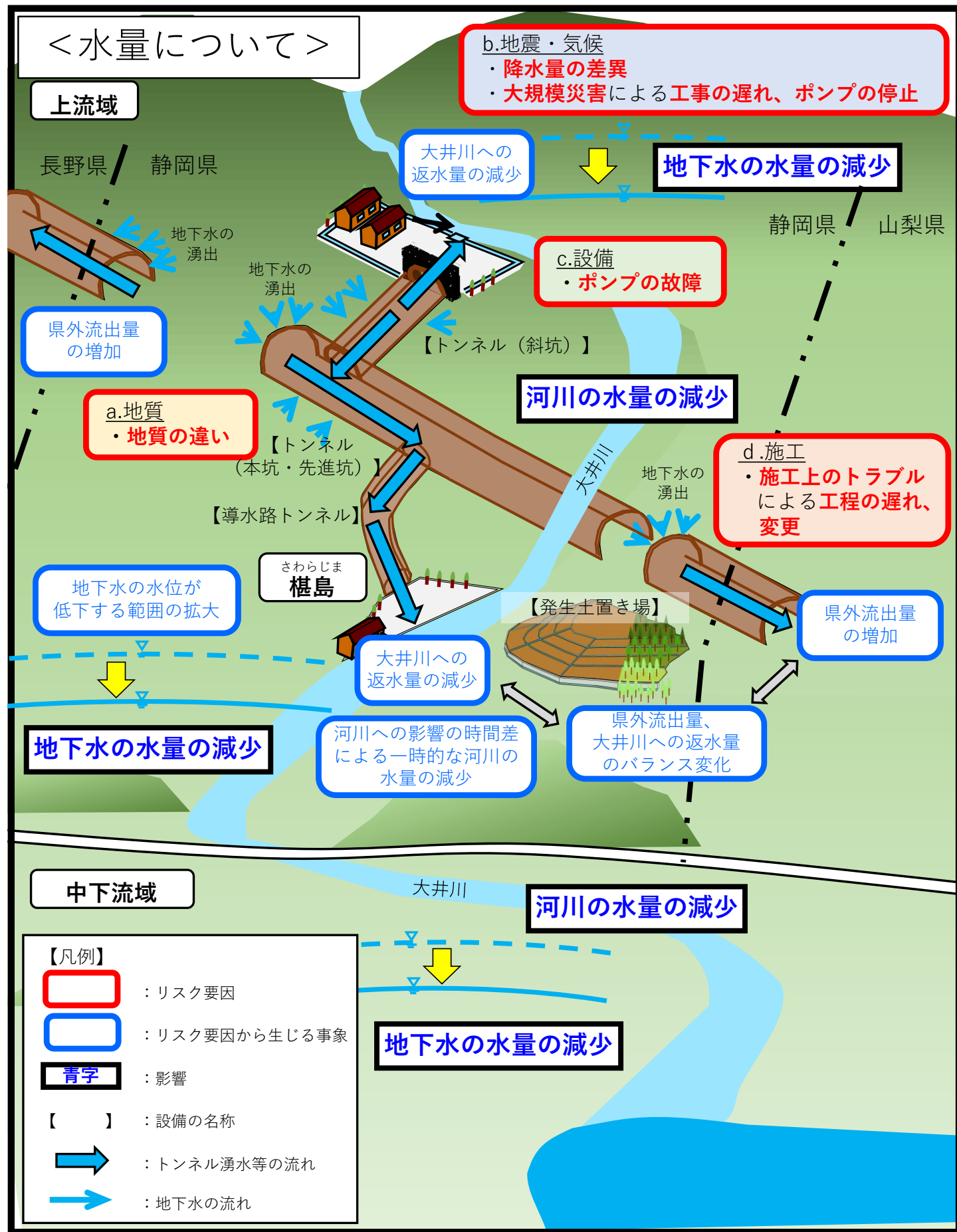


図 3 リスク要因、事象、影響の関係性 (イメージ)

(3) リスクの評価と基本的な対応

- ・水資源利用へのリスクについて、「影響度」と「管理の困難さ」の2つの要素を考慮し重要度の評価を行い、各リスクへの基本的な対応を整理しました（表 1、表 2）。

1) リスクの評価

- ・リスクの重要度の評価にあたっては、「影響度」と「管理の困難さ」を3段階（大(3点)、中(2点)、小(1点))で評価し、「リスクの重要度=影響度 × 管理の困難さ」として実施しました。結果を表 1 及び表 2 に示します。
- ・影響度は、影響を及ぼす「人数」と「期間」の観点で以下のとおり評価しました。

表 1 「影響度」の評価

| | | 影響を及ぼす「期間」 | |
|------------|---------|------------|----------|
| | | 一定期間に限定 | 限定的でないもの |
| 影響を及ぼす「人数」 | 上流域に限定 | 1点 | 2点 |
| | 中下流域に及ぶ | 2点 | 3点 |

- ・管理の困難さは、事象が発生した場合に、最終的に水資源利用への影響が発生しないか、管理することの困難さを示しており、以下のとおり評価しました。

表 2 「管理の困難さ」の評価

| | |
|--------------------|----|
| 山梨県境付近の断層帯の掘削を含むもの | 3点 |
| 上記あるいは下記以外 | 2点 |
| 事前に予備設備や電源を準備できるもの | 1点 |

2) リスクへの基本的な対応

- ・各リスクに対しては適切なモニタリングや維持管理の実施、予備電源や予備設備の確保等により、影響を回避・低減できるよう対応します。各リスクへの基本的な対応を表 3、表 4、表 5 に示します。表中では、主なリスク要因を赤文字で、事象を青文字で記載しています。
- ・また、リスクへの基本的な対応における下線部箇所については、p10~12、ア~キにそのイメージを示します。

表 3 リスクと基本的な対応の整理表（水量）

| リスク No. | リスク 要因 | リスク | リスクの評価 | | | リスクへの基本的な対応 |
|---------|--------|---|--------|--------|-----|---|
| | | | 影響度 | 管理の困難さ | 重要度 | |
| 1 | a 地質 | 地質の違いによりトンネル湧水や地下水の流れが想定と異なる場合、 地下水の水位が低下する範囲が広がる 可能性があります。 | 2 | 3 | 6 | ①モニタリング体制の構築 ・掘削開始前に、モニタリング方法や結果の評価について専門家等にご助言頂くための仕組みを整えます。 ②適切なモニタリングの実施 ・適切なモニタリングの実施 ^ア により、変化を早期に検知します。 ③モニタリング状況を踏まえた対応 ・モニタリングの状況を踏まえ、湧水低減対策等、適宜、専門家等のご助言に基づいた対応をとります。 ・中下流域の地下水位が、これまで計測された範囲を下回った場合やこれまで見られなかった変動の傾向を示した場合には、速やかに静岡県や利水者等に連絡するとともに、モニタリングを実施している河川流量や地下水位のほか、トンネル湧水のポンプアップの状況、中下流域での地下水のご利用状況等を確認し、その要因について、専門家等にご助言を頂きながら確認します。その結果は静岡県や利水者等に報告します。 ・工事が要因の可能性があると確認された場合は専門家等のご助言に基づき、更なる湧水低減対策 ^イ 等を実施します。 ・水資源利用に影響を及ぼした場合には、関係する方々と協議し、必要な措置を講じていきます。 |
| 2 | | 地質の違いによりトンネル湧水が想定と異なる場合、山梨県境付近の掘削中（県外流出期間）においては、 県外流出量の増加、大井川への返水量の減少 が発生し、中下流域の河川・地下水の水量が減少する可能性があります。 | 3 | 3 | 9 | (5)に記載の重要度の高いリスクの管理を実施します。 |
| 3 | | 地質の違いによりトンネル湧水が想定と異なり、特に 突発湧水が発生 した場合、山梨県側の県境付近の断層帯掘削中（県外流出期間）においては、 県外流出量の増加 が発生し、中下流域の河川・地下水の水量が減少する可能性があります。 | 3 | 3 | 9 | 突発湧水が発生した場合には、瞬間的な湧水量を管理することは困難です。突発湧水発生時の対応については(5)に記載します。 |
| 4 | | 地質の違いによりトンネル湧水が想定と異なる場合、長野県境付近の掘削中（県外流出期間）においては、 県外流出量の増加、大井川への返水量の減少 が発生し、中下流域の河川・地下水の水量が減少する可能性があります。 | 3 | 2 | 6 | <モニタリングの実施とその結果に基づく対応> ①モニタリング体制の構築 ・掘削開始前に、モニタリング方法や結果の評価について専門家等にご助言頂くための仕組みを整えます。 ②適切なモニタリングの実施 ・適切なモニタリングの実施 ^ク により、変化を早期に検知します。 ③モニタリング状況を踏まえた対応 ・モニタリングの状況を踏まえ、湧水低減対策等、適宜、専門家等のご助言に基づいた対応をとります。 ・榎島下流において、河川流量への影響が確認された場合や、中下流域の地下水位がこれまで計測された範囲を下回った場合やこれまで見られなかった変動の傾向を示した場合には、速やかに静岡県や利水者等に連絡するとともに、モニタリングを実施している河川流量や地下水位のほか、トンネル湧水のポンプアップの状況、中下流域での地下水のご利用状況等を確認し、その要因について、専門家等にご助言を頂きながら確認します。その結果は静岡県や利水者等に報告します。 ・工事が要因の可能性があると確認された場合は専門家等のご助言に基づき、更なる湧水低減対策 ^イ 等を実施します。 ・水資源利用に影響を及ぼした場合には、関係する方々と協議し、必要な措置を講じていきます。 <長野県側へ流出したトンネル湧水を静岡県側へ流す取組み> ・長野県側へ流出するトンネル湧水を代替する措置として、山梨県側と同様に、先進坑貫通後に長野県内で発生するトンネル湧水を、県外流出量と同量、湧水期等に静岡県側へ流す等の対応について、今後、関係者と相談することも考えています。 |
| 5 | | 地質の違いにより湧水発生に伴う河川の水量の時間的な変動が想定と異なる場合、トンネル湧水を大井川へ返水しても 一時的に河川の水量が減少 し、中下流域の河川・地下水の水量が減少する可能性があります。 | 2 | 3 | 6 | (リスク No.4 <モニタリングの実施とその結果に基づく対応>と同様) |

表 4 リスクと基本的な対応の整理表（水量）

| リスク No. | リスク要因 | リスク | リスクの評価 | | | リスクへの基本的な対応 |
|---------|---------------|---|--------|--------|-----|---|
| | | | 影響度 | 管理の困難さ | 重要度 | |
| 6 | b 地震 気候 | 降水量の差異によりトンネル湧水が想定と異なる場合、 県外流出期間においては県外流出量と大井川への返水量のバランスが変化 し、中下流域の河川・地下水の水量が減少する可能性があります。 | 3 | 3 | 9 | (5) に記載の重要度の高いリスクの管理を実施します。 |
| 7 | | 地震、豪雨等の 大規模災害 により 工事の遅れ が発生した場合、山梨県境付近の掘削中（県外流出期間）においては、 県外流出量の増加、大井川への返水量の減少 が発生し、中下流域の河川・地下水の水量が減少する可能性があります。 | 3 | 3 | 9 | (5) に記載の重要度の高いリスクの管理を実施します。 |
| 8 | | 地震、豪雨等の 大規模災害 により 工事の遅れ が発生した場合、長野県境付近の掘削中（県外流出期間）においては、 県外流出量の増加、大井川への返水量の減少 が発生し、中下流域の河川・地下水の水量が減少する可能性があります。 | 3 | 2 | 6 | (リスク No.4 と同様) |
| 9 | | 地震、豪雨等の 大規模災害 による停電により ポンプ等が停止 した場合、 大井川への返水量が減少 し、中下流域の河川・地下水の水量が減少する可能性があります。 | 2 | 1 | 2 | 予備電源 ⁺ を確保しておくことで、リスクを回避します。 |
| 10 | c 設備 | ポンプが故障 した場合、 大井川への返水量が減少 し、中下流域の河川・地下水の水量が減少する可能性があります。 | 2 | 1 | 2 | 予備設備 ⁺ へ切り替えることで、リスクを回避します。 |
| 11 | d 施工 | 施工上のトラブル により 工程が遅れ たり、工事の安全を確保するために 工程を変更 したりすることがあります。その結果、山梨県境付近の掘削中（県外流出期間）においては、 県外流出量の増加、大井川への返水量の減少 が発生し、中下流域の河川水量、地下水量が減少する可能性があります。 | 3 | 3 | 9 | (5) に記載の重要度の高いリスクの管理を実施します。 |
| 12 | | 施工上のトラブル により 工程が遅れ たり、工事の安全を確保するために 工程を変更 したりすることがあります。その結果、長野県境付近の掘削中（県外流出期間）においては、 県外流出量の増加、大井川への返水量の減少 が発生し、中下流域の河川水量、地下水量が減少する可能性があります。 | 3 | 2 | 6 | (リスク No.4 と同様) |

表 5 リスクと基本的な対応の整理表（水質）

| リスク No. | リスク 要因 | リスク | リスクの評価 | | | リスクへの基本的な対応 |
|---------|--------|--|--------|--------|-----|--|
| | | | 影響度 | 管理の困難さ | 重要度 | |
| 13 | a 地質 | 地質の違いによりトンネル湧水が想定と異なる場合、処理設備（濁水、自然由来の重金属等）の容量超過により、適切な処理がされていない工事排水の河川への流出が発生し、上流域及び中下流域の河川・地下水の水質へ悪影響が発生する可能性があります。 | 3 | 3 | 9 | (5) に記載の重要度の高いリスクの管理を実施します。 |
| 14 | | 地質の違いによりトンネル湧水が想定と異なり、特に突発湧水が発生した場合、処理設備（濁水、自然由来の重金属等）の容量超過により、適切な処理がされていない工事排水の河川への流出が発生し、上流域及び中下流域の河川・地下水の水質へ悪影響が発生する可能性があります。 | 3 | 3 | 9 | |
| 15 | b 地震気候 | 地震、豪雨等の大規模災害による停電により処理設備等が停止した場合、適切な処理がされていない工事排水の河川への流出が発生し、上流域及び中下流域の河川・地下水の水質へ悪影響が発生する可能性があります。 | 3 | 1 | 3 | 予備電源 ^ア を確保しておくことで、リスクを回避します。 |
| 16 | | 地震、豪雨等により発生土置き場（遮水型を含む）の崩壊が発生した場合、土砂を含んだ水の河川への流入（河道閉塞含む）が発生し、上流域及び中下流域の河川・地下水の水質へ悪影響が発生する可能性があります。 | 3 | 2 | 6 | |
| 17 | c 設備 | 処理設備等が故障した場合、適切な処理がされていない工事排水の河川への流出が発生し、上流域及び中下流域の河川・地下水の水質へ悪影響が発生する可能性があります。 | 3 | 1 | 3 | 予備設備 ^キ へ切り替えることで、リスクを回避します。 |
| 18 | d 施工 | 遮水シートの損傷等、発生土置き場（遮水型）の管理不備が発生した場合、自然由来の重金属等を含んだ雨水等の河川への流出が発生し、上流域及び中下流域の河川・地下水の水質へ悪影響が発生する可能性があります。 | 3 | 2 | 6 | ①設備状況の確認 ・定期的に設備の状況を確認 ^キ します。 ・施工中、施工完了後も地震や豪雨等が発生した場合には、現地に常駐する工事管理者等が設備の状況を速やかに確認します。 ・河川に放流する排水のモニタリングにより、影響を早期に検知します。 ②設備状況を踏まえた対応 (応急対策の実施) ・点検の結果、設備の損傷等を確認した際には、速やかに静岡県、利水者等に報告し、応急対策を実施します。 ・また、発生土置き場（遮水型）の下流の地点で水質等の測定 ^キ 箇所を追加し、影響を確認します。 (更なる対策の実施) ・時間が経過しても、水質の測定箇所における自然由来の重金属等の濃度が低下しない場合には、原因となる底泥の除去等の対応方針を策定し、静岡県や利水者等にご相談のうえで底泥の除去等を実施します。 |

ア. 適切なモニタリングの実施（地下水位の計測）

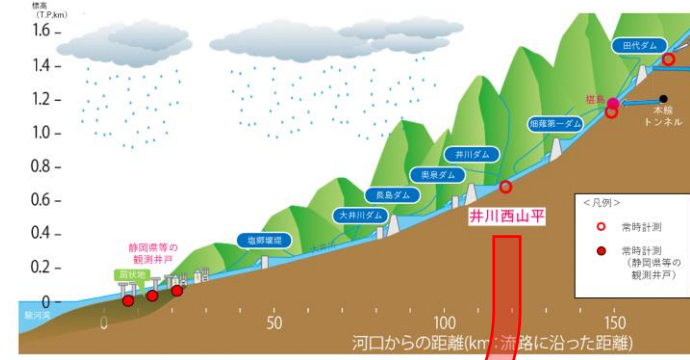
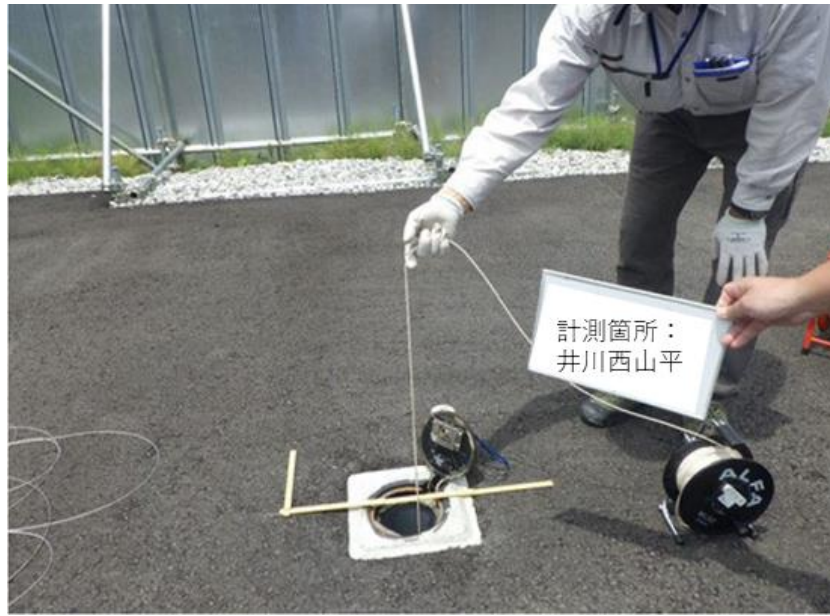


図 4 地下水位の計測状況（井川西山平での例）

ウ. 適切なモニタリングの実施（河川流量の計測）



図 6 河川流量の計測状況（東俣での例）

イ. 更なる湧水低減対策（薬液注入工）

- 切羽周辺からボーリングによる前方探査を実施したのち、破碎帯等に向けて薬液注入を行いトンネル湧水の低減を図ります（図 5）。

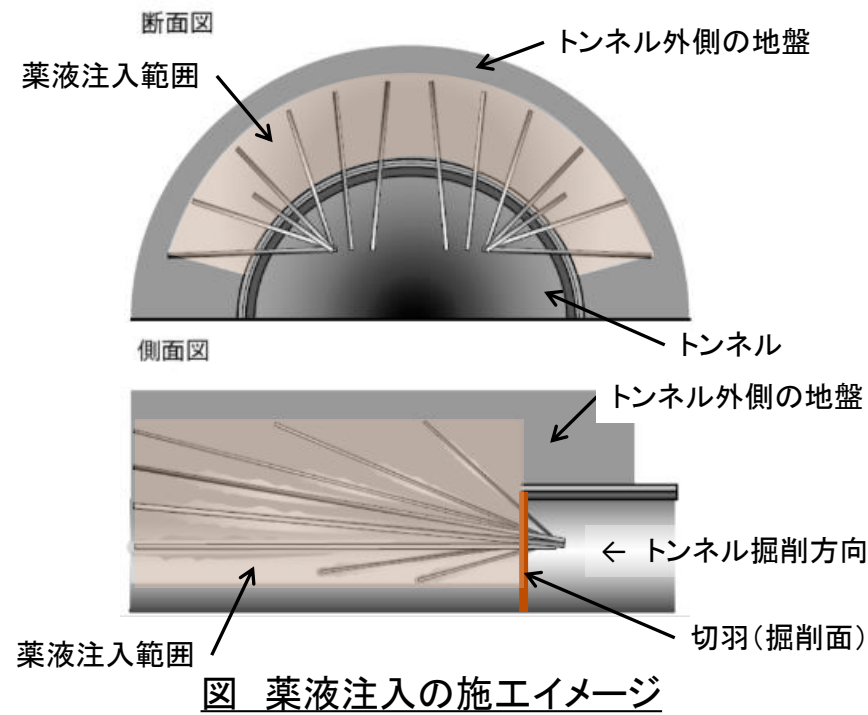


図 薬液注入の施工イメージ

図 5 湧水低減対策（薬液注入工）イメージ

エ. 予備電源を確保（予備電源のイメージ）

（工事中の対応）

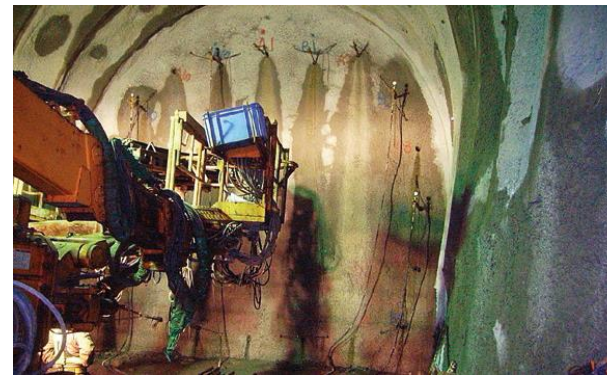


写真 薬液注入工の施工例

※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



※デンヨー株式会社 HP より

図 7 予備電源のイメージ（1,000kVA 級発電機）

(工事後 (供用時) の対応)

- ・列車運行用に使用する J R 東海の変電所からポンプに電力を安定的に供給します。変電所の受電は二重系であり停電が起きにくいようになっています。万が一変電所が停電になった場合でも隣接変電所から電力を供給できます (図 8)。

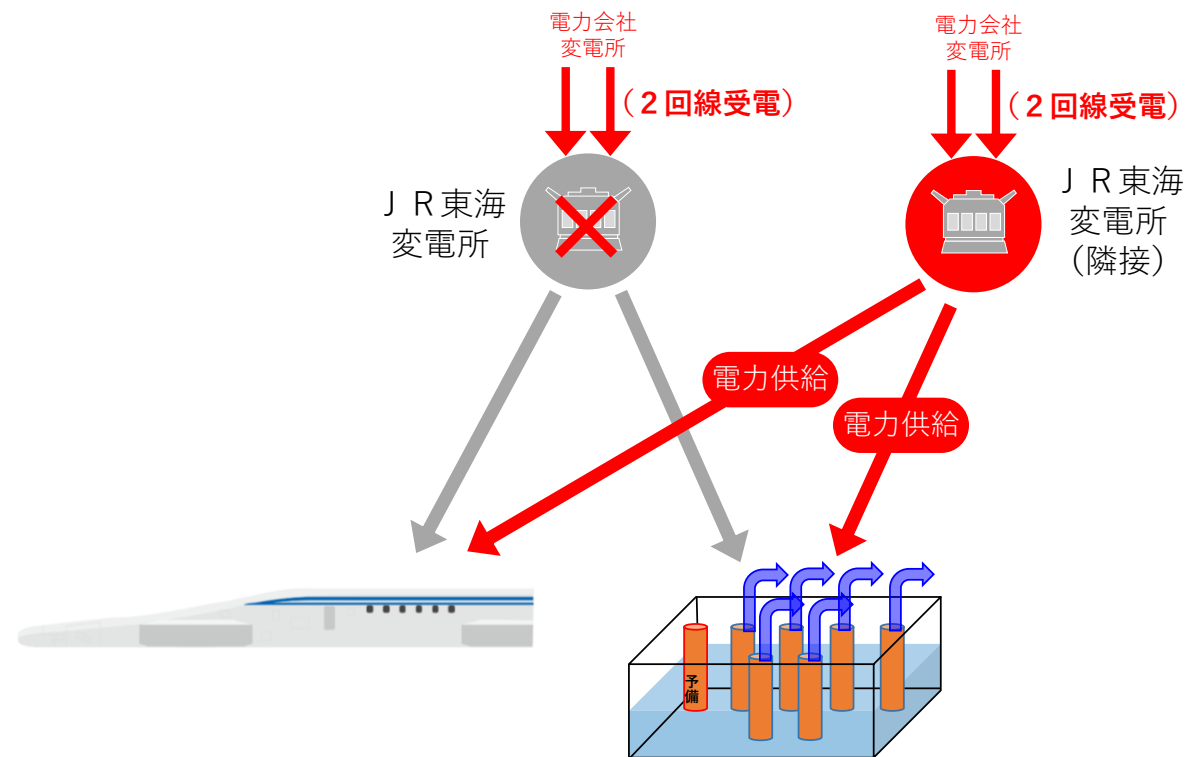


図 8 供用時の電力供給イメージ

オ. 予備設備へ切り替え

- ・ポンプについては、釜場 1 箇所当たり予備ポンプを 1 台設置します。また、高速長尺先進ボーリング結果等により、トンネル湧水量が想定を上回ると考えられる場合は、予めポンプを増備します (図 9)。

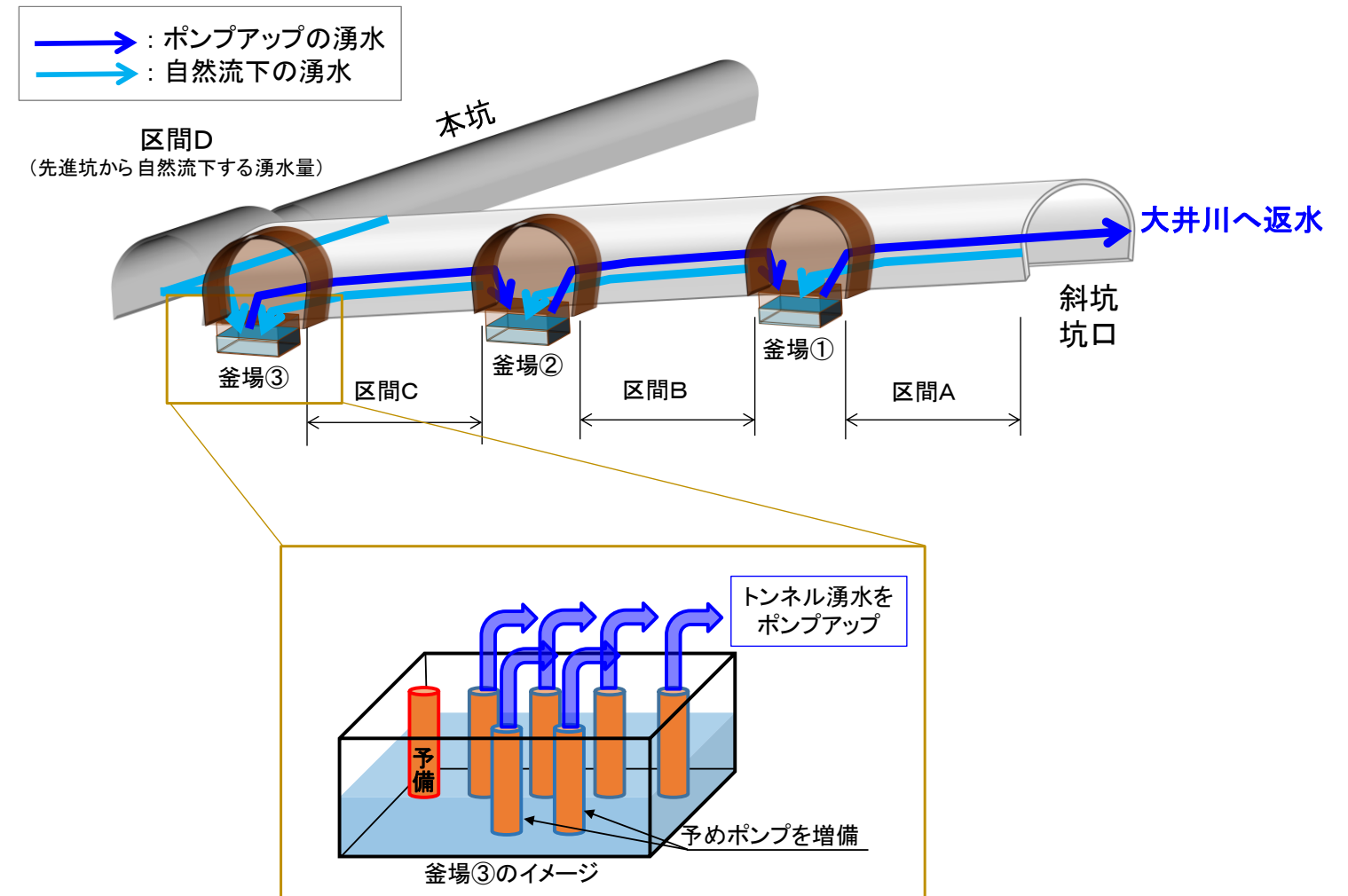


図 9 予備設備のイメージ (ポンプ)

カ. 盛土や排水設備、沈砂池等の状況を確認（通常土）の概要

（工事中の対応）

- ・設計・施工にあたっては、関係する法令等とともに、鉄道や道路などの重要な公共施設の技術基準に基づいて、盛土の設計、施工を実施します。
- ・排水設備の検討においては、集中豪雨の発生が頻発していることも踏まえ、100年に1回の確率で発生する降雨量を想定して、設計を進めています。また、大型重機で盛土を確実に締固め、締固めの状態を確認しながら施工します。
- ・土砂流出防止及び自然環境の保全のため、在来樹種によるのり面緑化を実施します。

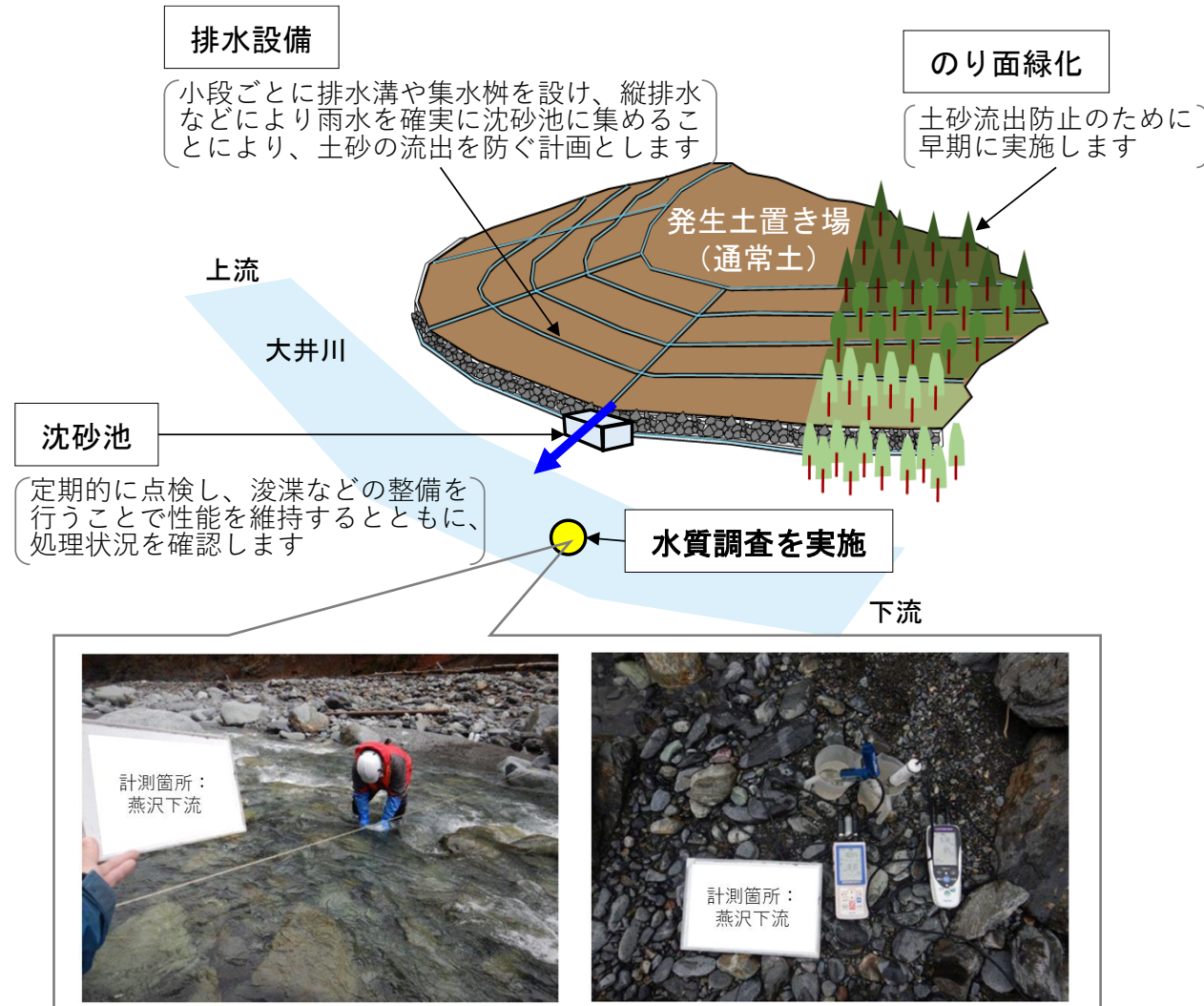


図 10 発生土置き場（通常土）の下流地点での水質等の計測状況（燕沢下流地点での例）

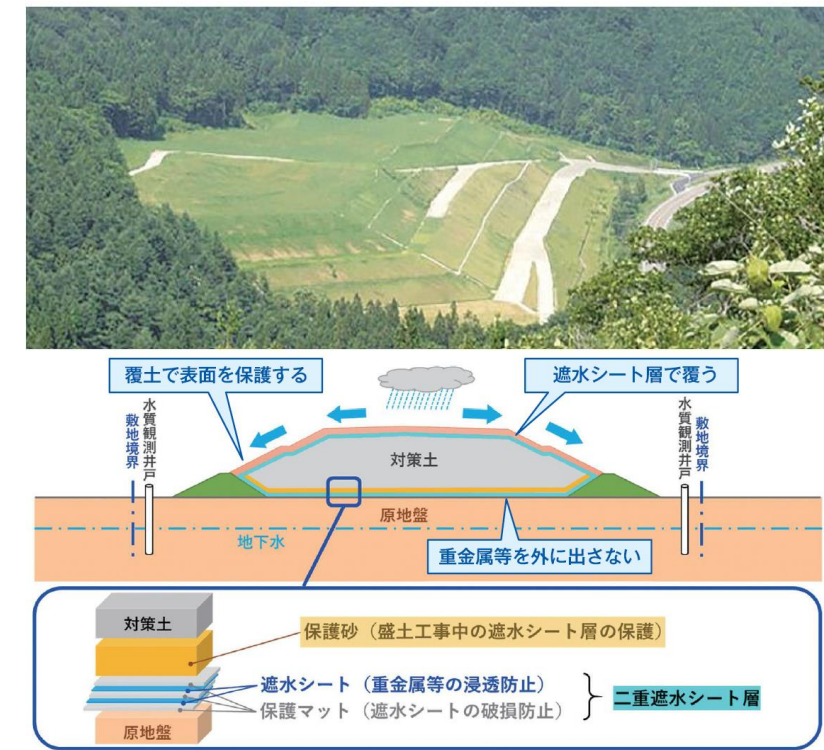
（リスク管理）

- ・鉄道や定期的に盛土や排水設備、沈砂池等の状況を確認するとともに、地震や豪雨等が発生した場合には、現地に常駐する工事管理者等が盛土や排水設備等の状況を速やかに確認します。
- ・点検の結果、崩壊を確認した際には速やかに静岡県、利水者等に報告し応急対策を実施します。
- ・発生土置き場（遮水型）においても、同様の管理を行います。

キ. 発生土置き場（遮水型）の下流の地点で水質等の測定の概要

（工事中の対応）

- ・対策土の周囲を水を通さない遮水シートで二重に囲い、覆土で表面を保護することで、重金属等が漏れ出ることがないようにします。発生土置き場（遮水型）の管理における他事業の例を図 11 に示します。



※独立行政法人鉄道建設・運輸施設整備支援機構 環境報告書 2021 より

図 11 発生土置き場（遮水型）（東北新幹線八甲田トンネルの例）

- ・対策土の盛土中に降雨等により、対策土へ含まれた水分については、排水設備を設け、集水設備へ集めます（図 12）。

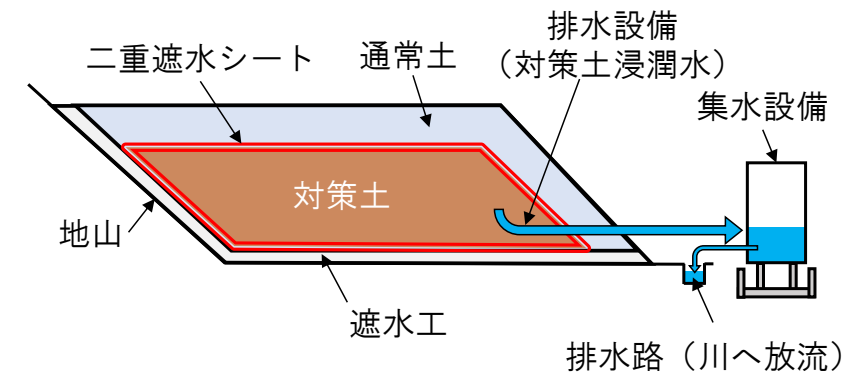


図 12 発生土置き場（遮水型）の概要

（リスク管理）

- ・通常土による発生土置き場と同様の管理の他、集めた水については水質を調査し、排水に関する法令等の基準を満たすように処理を行った上で川へ流します。
- ・地震や豪雨等が発生した場合の点検の結果、設備の損傷を確認した際には速やかに静岡県、利水者等に報告し応急対策を実施します。また排水の水質を確認し処理を継続するほか、放流地点下流の水質の測定等を行います。

(4) リスク対応の流れ

- ・リスク対応の基本的な流れを図 13 に示します。

(工事前)

- ・まず、トンネル掘削を開始する前には、モニタリング方法や結果の評価について、学識経験者等の専門家にご助言を頂くための仕組みを整え、詳細なモニタリング計画を策定します。
- ・工事前に実施している計測結果をバックグラウンドデータとして整理し、工事中の変化を確認していくための基礎資料とします。

(工事中)

- ・高速長尺先進ボーリングにより、トンネル前方の地質を確認していくほか、適切なモニタリングの実施により、トンネル湧水量、河川流量、地下水位等の変化を早期に検知します。
- ・計測データについては専門家・静岡県等に速報するとともに、出来る限り速やかに公表し、地域の方々にご確認頂けるようにします。
- ・斜坑の掘削完了後などにおいては各種のデータを取りまとめ、その内容を反映して先進坑、本坑の掘削計画、モニタリングの計画を検討し、検討の結果は専門家・静岡県等に報告していきます。

<変化を検知した場合>

- ・変化を検知した場合は、推定する要因及び対応の要否を確認するとともに、専門家・静岡県等に速報しご確認を頂きます。その結果についても出来る限り速やかに公表します。
- ・モニタリングの状況を踏まえ、更なる湧水低減対策等の対応を実施することにより、水資源利用への影響を低減します。
- ・対応については効果を確認し、効果が見られなかった場合は、更なる対応を検討し、実施します。その状況については、静岡県等へ報告します。
- ・工事が起因となった場合で、対策を実施しても最終的に効果が無く、水資源利用に影響を及ぼした場合には関係する方々と協議し、必要な措置を講じていきます。
- ・工事中の水資源に係る環境保全措置の実施状況や、モニタリングの結果等は定期的に報告として取りまとめ、静岡県等へ送付のうえ、ホームページに掲載するなど公表し、地域の方々にご確認頂けるようにいたします。

- ・なお、リスクへの対応については、専門家等にご助言を頂き、予め定めるモニタリング方法や結果の評価等を踏まえ、適宜改善を図っていきます。

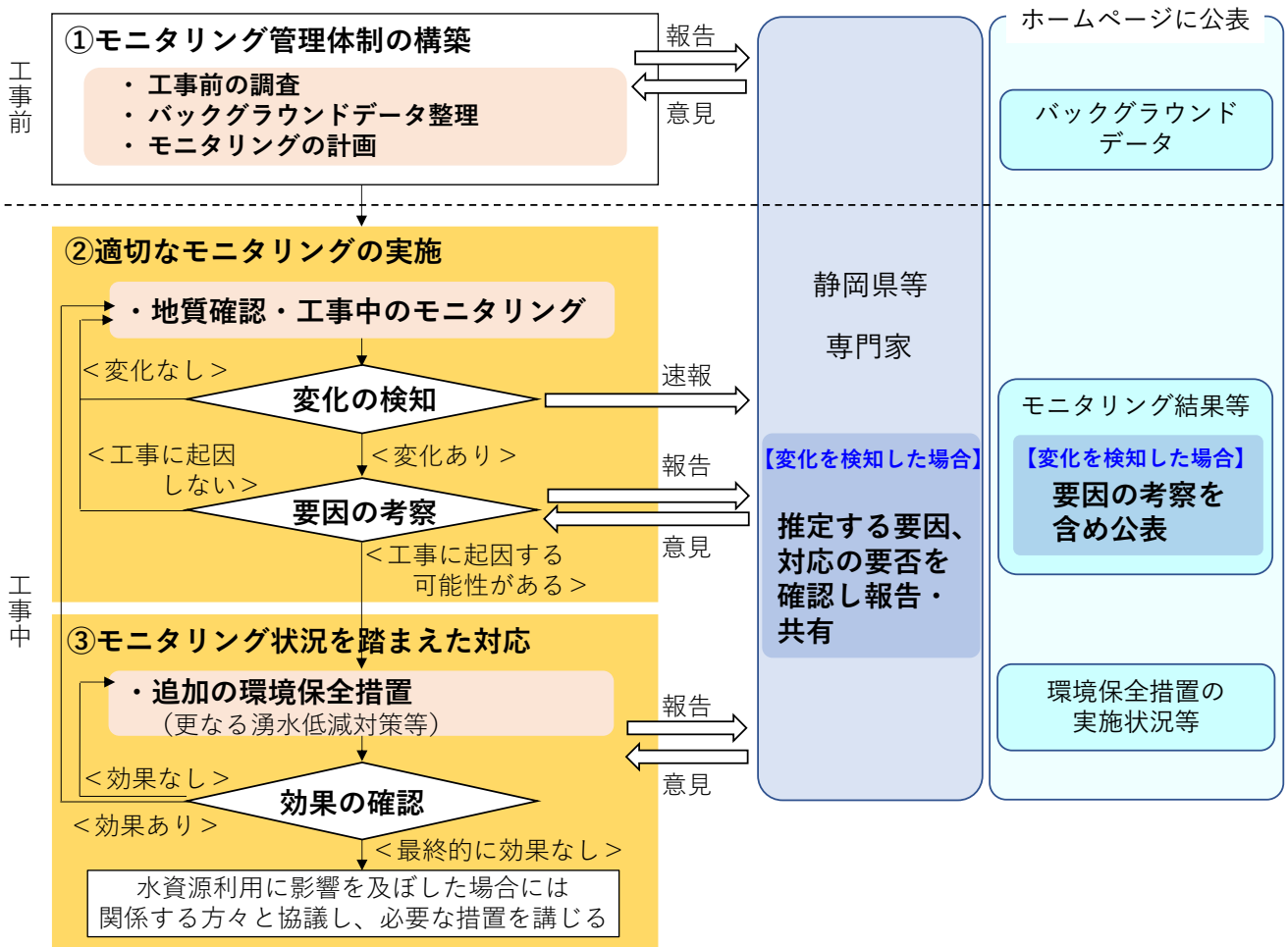


図 1 3 リスク対応の基本的な流れ

(5) 重要度の高いリスクへの対応

1) 重要度の高いリスク対応の考え方と対応

- ・リスクの重要度の評価の結果、特に重要度が高いリスク（重要度9点）については、「モニタリングの計画と管理体制」の資料に記載のモニタリングの実施に加え、次のとおり、リスク管理を実施します。
- ・重要度の高いリスクに対しては、現場周辺での変化（トンネル湧水量や河川への影響等）に着目したリスク管理の参考値を2段階で設定（影響発生の兆候を捉えるための参考値を「参考値①」、影響発生の可能性を捉えるための参考値を「参考値②」）します。
- ・突発湧水発生時を除く重要度の高いリスク（No. 2, 6, 7, 11, 13）に対しては、平常時、影響発生の兆候段階、影響発生の可能性段階といった影響発生までの各段階に応じた対応をとることでリスクを管理していきます（図 14、図 16）。
- ・突発湧水発生時のリスク（No. 3, 14）に対しては、瞬間的なトンネル湧水量を管理することが困難であり、また、影響発生の兆候を捉えることも困難であるため、＜影響発生の兆候段階の対応＞をとることができず、＜影響発生の可能性段階の対応＞をとることになります。リスク対応に際しては、平常時の対応で十分な予防をするとともに、影響発生の可能性が生じた場合の対応を確実に行います（図 15、図 17）。

| | | | | |
|--|------------|--|---|--|
| 影響発生までの段階 | | | | |
| | | <p style="text-align: center;"> リスク管理の参考値① リスク管理の参考値② </p> | | |
| リスク No.2,6, 7,11 県外流出 時の水量 | チェック 項目 | | | |
| | 対応 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 県境付近の断層帯高速長尺ボーリングの結果等を掘削計画、薬液注入の施工計画に反映、実施¹⁾ ・ 静岡県側の地上や坑内から県境付近の断層帯に向け、ボーリングによる地下水の揚水²⁾ ・ 工程や掘削速度の調整検討 ・ 県外流出量を計測 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 当該工区の掘削を一時中断し、静岡県、利水者等に連絡 ・ 化学的な成分分析の結果等を踏まえ、更なる湧水低減対策や掘削のタイミングを検討 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 当該工区の掘削を一時中断し、静岡県、利水者等へ速やかに連絡 ・ その後、把握していた県外流出量に対して、これを代替する措置等を検討 |

図 14 トンネル湧水県外流出時の水量に対するリスク対応（突発湧水発生時を除く）

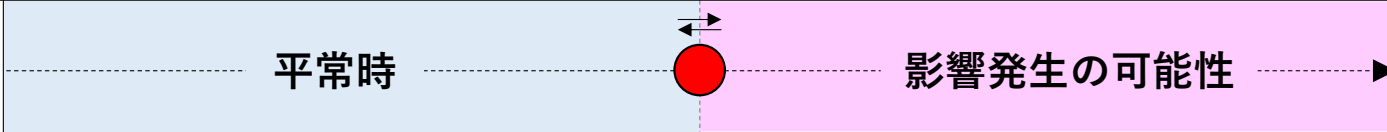
| | | |
|-----------------------------|--|---|
| 影響発生までの段階 |  | |
| リスク No.3 県外流出 時の水量 | チェック 項目 対応 | <p style="text-align: center;">突発湧水の発生</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 県境付近の断層帯高速長尺ボーリングの結果等を掘削計画、薬液注入の施工計画に反映、実施¹⁾ ・ 静岡県側の地上や坑内から県境付近の断層帯に向け、ボーリングによる地下水の揚水²⁾ ・ 工程や掘削速度の調整検討 ・ 県外流出量を計測 <ul style="list-style-type: none"> ・ 当該工区の掘削を一時中断し、静岡県、利水者等へ速やかに連絡 ・ その後、河川や地下水への影響を確認し、その結果を静岡県、利水者等へ連絡 ・ 突発湧水の総量や湧水量の減衰の状況等の確認 ・ 湧水が落ち着いたのち、必要に応じて、薬液注入等の補助工法を実施 <p style="text-align: center;">↓</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ その後必要に応じて、把握していた県外流出量に対してこれを代替する措置等を検討 |

図 15 トンネル湧水県外流出時の水量に対するリスク対応（突発湧水発生時）

| 影響発生までの段階 | | 平常時 | 影響発生の兆候 | 影響発生の可能性 |
|--------------------|------------|---|---|---|
| リスク No.13 水質 | チェック 項目 | トンネル湧水量や河川流量に着目したリスク管理の参考値① 【処理設備の処理容量】 | | トンネル湧水量や河川流量に着目したリスク管理の参考値② 【予備設備も含めた処理設備の処理容量】 |
| | 対応 | <ul style="list-style-type: none"> 高速長尺ボーリングによる成分等の分析結果を、薬液注入等の施工計画に反映、実施1) 予備設備を現地に用意。処理設備の点検・整備の徹底と濁水の性状に応じた適切な排水処理剤の管理 トンネル湧水の清濁分離及び河川放流前における水質確認 | <ul style="list-style-type: none"> トンネル湧水が、処理設備の処理容量を超えた場合には、関係者（静岡県、利水者、山梨県、早川町等）へ速やかに連絡し、予備設備を使用 設備容量の増強をただちに実施 補助工法について見直し、更なる湧水低減対策を実施 | <ul style="list-style-type: none"> トンネル湧水が、予備設備も含めた処理設備の処理容量を超えた場合、当該工区の掘削を一時中断し、関係者（静岡県、利水者、山梨県、早川町等）へ速やかに連絡し、トンネル湧水を予備設備やトンネル内の配管等に一時的に貯留することを検討 その後、速やかに水質調査を行い、その結果を関係者へ連絡 補助工法の見直し、更なる湧水低減対策、設備容量の増強の実施 |

図 16 水質に対するリスク対応（突発湧水発生時を除く）

| 影響発生までの段階 | | ← 平常時 | ● | 影響発生の可能性 → |
|--------------------|------------|--|---|------------|
| リスク No.14 水質 | チェック 項目 | 突発湧水の発生 | | |
| | 対応 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 高速長尺ボーリングによる成分等の分析結果を、薬液注入等の施工計画に反映、実施¹⁾ ・ 予備設備を現地に用意。処理設備の点検・整備を徹底と濁水の性状に応じた適切な排水処理剤の管理 ・ トンネル湧水の清濁分離及び河川放流前における水質確認 | <ul style="list-style-type: none"> ・ トンネル湧水が、予備設備も含めた処理設備の処理容量を超えた場合、当該工区の掘削を一時中断し、関係者（静岡県、利水者、山梨県、早川町等）へ速やかに連絡し、トンネル湧水を予備設備やトンネル内の配管等に一時的に貯留することを検討 ・ 突発湧水の総量や湧水量の減衰の状況等の確認 ・ 湧水が落ち着いたのち、必要に応じて、薬液注入等の補助工法を実施 <p style="text-align: center;">↓</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ その後、必要に応じて、更なる補助工法の見直しや対策の実施、設備容量を増強 | |

図 17 水質に対するリスク対応（突発湧水発生時）

(6) 重要度の高いリスクへ主な対応（平常時）

- ・「(5) 重要度の高いリスク」のうち、平常時の主な対応（図 14～図 17 の波線部 1)、 2)) についてご説明します。

1) 高速長尺先進ボーリング結果等に基づく掘削計画の策定

- ・山梨工区が県境を越える前の段階で、高速長尺先進ボーリング（図 18）の結果等に基づき、それ以降の掘削計画（掘削速度、薬液注入の計画等）を策定します。
- ・高速長尺先進ボーリング等により、破砕帯の位置や規模を把握するとともに、図 19 に示すとおり、表層部の水、破砕帯の地下水、堅岩部の地下水に着目して、それらの化学的な成分等を分析します。分析結果から、表層の水と地下水の連続性や、破砕帯付近での地下水の移動の度合いなどを考察し、破砕帯に含まれる地下水の起源について想定したうえで、極力、トンネル湧水を低減させて地表の水の減少を抑制するための薬液注入等の施工計画に反映させ、施工時においてもその効果を確認しながら慎重に掘削を進めます。



施工写真（山梨工区）

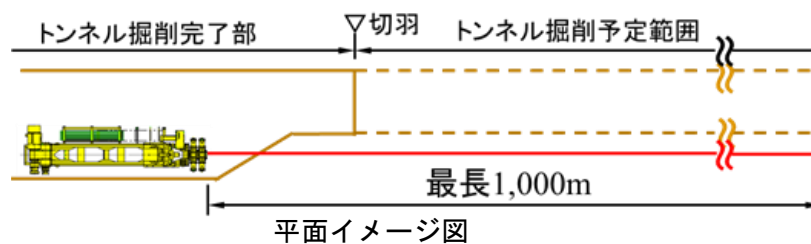


図 18 高速長尺先進ボーリングの概要

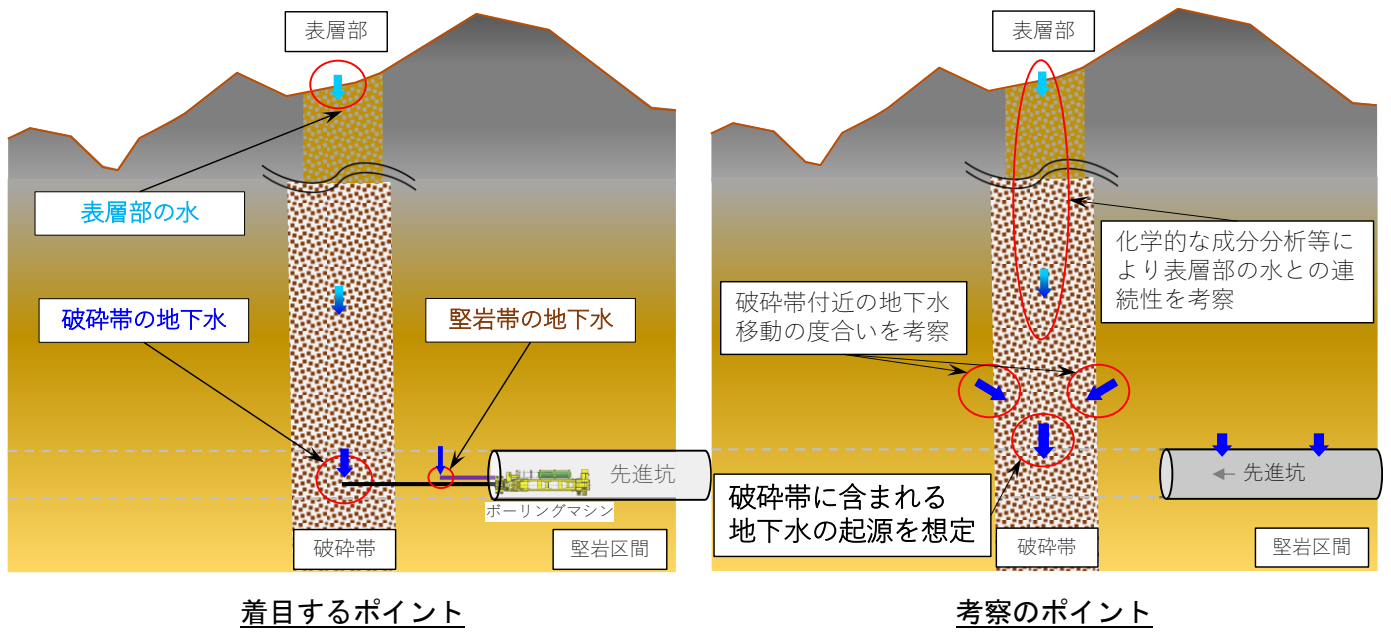


図 19 県境付近の断層帯掘削のための調査（イメージ）

2) ボーリングによる地下水の揚水

- ・静岡県側から掘削を進める先進坑から、県境付近の断層帯に向けて高速長尺先進ボーリングを行い、ボーリングの口元から湧出する県境付近の断層帯の地下水をポンプアップして大井川へ流すことを計画します（図 20）。

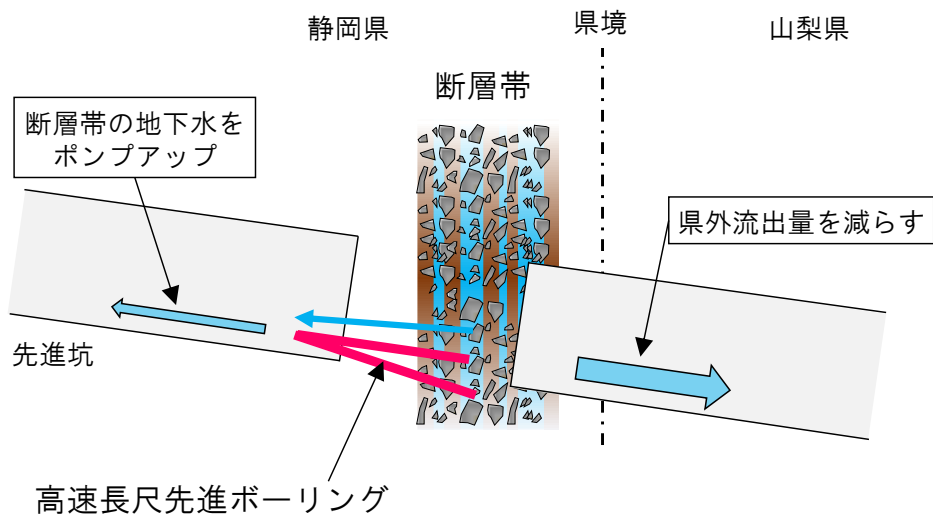


図 20 県境付近の断層帯の地下水をポンプアップする方法（断面図イメージ）